COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 OCTOBRE 1872.

PRÉSIDENCE DE M. FAYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. LE PRÉSIDENT annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de *M. Babinet*, Membre de la Section de Physique, décédé à Paris ce matin 21 octobre 1872.

GÉOGRAPHIE ET NAVIGATION. — *Note accompagnant la présentation d'un Mémoire et d'une Lettre de M.* de Magnac, *sur l'emploi des chronomètres à la mer; par* M. YVON VILLARCEAU.

« J'ai publié en 1863, dans les *Annales de l'Observatoire* (*Mémoires*, t. VII), un Mémoire sur le mouvement et la compensation des chronomètres. La théorie, d'accord avec l'observation, montre que les chronomètres pourvus d'un spiral isochrone ne présentent, à température constante, qu'un seul défaut, celui de l'accélération du mouvement par suite de l'épaississement des huiles ou avec le temps, mais que la compensation relative à la température n'est presque jamais réalisée. J'ai indiqué un moyen de régler l'échappement, de manière à faire disparaître le premier de ces défauts, et présenté la théorie de la déformation des lames bimétalliques du balancier, avec les détails nécessaires pour réaliser de très-près la compensation. Néanmoins, dans la prévision que les horlogers pourraient rester longtemps

sans essayer les applications de la nouvelle théorie, j'ai cru devoir indiquer le procédé le plus rationnel et le plus sûr pour calculer la marche de chronomètres plus ou moins imparfaitement compensés. Je ne m'étais pas trompé dans ma prévision : en effet, la seule tentative d'application de la théorie, qui soit parvenue à ma connaissance, est due à M. Rodanet ; notre savant confrère M. Phillips a bien voulu m'informer que l'habile horloger de Rochefort avait vérifié expérimentalement l'exactitude de mes formules sur la détermination des lames bimétalliques, produite par les variations de température.

» Pour bien faire comprendre la nature et la portée des travaux de M. de Magnac, je demande à l'Académie la permission de lui en présenter les bases, en reproduisant un court extrait du Mémoire mentionné plus haut. Voici cet extrait :

« La théorie d'un phénomène quelconque a pour objet la détermination des relations qui existent entre certaines fonctions et les variables dont elles dépendent. Dans l'état actuel de nos connaissances, il n'est pas toujours possible d'obtenir ces relations. Cependant il arrive qu'il soit nécessaire de connaître, non plus les expressions analytiques de ces fonctions, mais les valeurs numériques de leurs variations entre des limites déterminées des valeurs des variables : on peut généralement résoudre le problème à l'aide du théorème de Taylor ; il est seulement nécessaire qu'entre ces limites la fonction ne soit pas sujette à des variations brusques, telles que celles qui résulteraient d'un changement d'état des corps, etc. Dans l'ignorance où l'on pourrait se trouver à cet égard, il convient toujours de tenter l'application du théorème ; car la comparaison des résultats obtenus, avec des observations correspondant à des valeurs suffisamment rapprochées des variables, fera toujours connaître, *à posteriori*, si l'on est ou non dans le cas d'exception dont il s'agit. »

» Cet extrait est suivi de l'application du théorème de Taylor à l'expression de la marche diurne d'un chronomètre, en fonction des deux variables, le temps et la température, et d'une critique des méthodes en usage, dans laquelle on montre que ces méthodes reviennent à négliger *à priori* certains termes du développement de Taylor et à transformer les termes conservés d'une manière qui en masque l'origine. Leurs auteurs paraissent avoir méconnu cette origine, en ne faisant pas même une simple mention du théorème de Taylor.

» La grande généralité de la solution que j'ai proposée a vivement frappé l'un de nos jeunes officiers de marine, M. de Magnac, qui s'est proposé tout d'abord d'en vérifier l'exactitude. La vérification a été faite sur les quatre chronomètres du navire *la Victoire* pendant les campagnes de 1864 à 1867 ; les observations astronomiques ont été faites avec le plus grand soin par M. le vice-amiral Mazères et M. de Magnac : les résultats très-satisfaisants

que cet officier a obtenus de l'application de la nouvelle méthode ont été en partie communiqués à l'Académie; ils viennent d'être publiés dans le Mémoire que j'ai l'honneur de lui présenter de la part de M. de Magnac.

» L'auteur du Mémoire s'était proposé de constater si la formule de Taylor représente la marche d'un chronomètre en mer, malgré les secousses et autres causes de perturbations auxquelles il est exposé. Voici sa conclusion :

« *De toutes les causes physiques agissant à bord sur les chronomètres, les principales sont : la température et le temps, et le théorème de Taylor rend parfaitement compte de leurs actions.*

» C'est, ajoute l'auteur, un fait acquis, important, appelé très-probablement à rendre de grands services à la Géographie et à la Navigation. Tout ce que nous avons fait jusqu'ici n'avait pour but que de le découvrir, n'était pour ainsi dire qu'une recherche théorique; *maintenant il en faut rendre l'application pratique : c'est ce qui fera l'objet d'études ultérieures.* »

» Sur l'avis du Comité hydrographique du Dépôt de la Marine, le Mémoire de M. de Magnac a été inséré dans le Recueil intitulé *Recherches sur les chronomètres et les instruments nautiques*. En me bornant à cette simple mention, je ferais supposer que ledit Comité donne son approbation à l'emploi de la nouvelle Méthode, ce qui serait contraire à la vérité ; car le Comité, dans une Note qui vient immédiatement après le Mémoire, avertit le lecteur que « la Méthode de M. de Magnac ne doit pas être recommandée à nos » officiers, les calculs pénibles qu'elle nécessite n'étant pas compensés par » une précision sensible dans la pratique. » Le Comité pense qu'il y aurait lieu de recommander très-instamment une autre Méthode, « que des officiers » trouvent encore trop pénible. »

» Mon intention n'est pas, pour le moment, de montrer la supériorité d'une Méthode générale sur une autre qu'elle embrasse comme cas particulier ; je veux seulement faire remarquer que la critique du Comité porte véritablement à faux. En effet, on ne méconnaît pas que la nouvelle Méthode ne soit susceptible de plus de précision que l'ancienne ; mais on ne la trouve pas *pratique*. Évidemment l'honorable ingénieur qui vient de parler au nom du Comité hydrographique n'a pas lu entièrement le Mémoire de M. de Magnac; car on a pu voir, par l'extrait reproduit plus haut, que l'auteur se propose de rendre l'application *pratique*, problème qui sera de sa part l'objet *d'études ultérieures*.

» M. de Magnac vient de commencer ces nouvelles études à bord du *Jean-Bart*, sur lequel il a fait la campagne de 1871-1872. Il avait à sa dis-

position quatre chronomètres, dont les marches ont été déterminées toutes les fois que cela a été possible, et que l'on a comparés soigneusement tous les jours. M. de Magnac prépare un Rapport au Ministre de la Marine sur le résultat de sa campagne, et me prie d'en communiquer à l'Académie la partie purement scientifique que je dépose sur le bureau (1).

» L'Académie remarquera la concordance des résultats obtenus dans la détermination des longitudes des points de relâche par les divers chronomètres. Ces résultats, extrêmement satisfaisants, ont conduit M. de Magnac à cette conclusion :

« Moyennant 1° *le calcul des marches diurnes des chronomètres par la série de Taylor*, 2° *la recherche de leurs perturbations au moyen des comparaisons journalières*, on peut conserver l'heure de Paris avec une précision telle que, au bout des plus longues traversées, on obtient des longitudes aussi exactes que les culminations lunaires (2). »

» Je demande à l'Académie la permission d'ajouter que l'on pourrait profiter des avantages de la nouvelle Méthode pour éviter aux observateurs, qui devront observer le prochain passage de Vénus dans les régions inhospitalières des mers australes, un séjour de deux mois. Ce temps de séjour paraîtrait effectivement nécessaire pour déterminer les longitudes par la méthode de culminations lunaires : il suffirait que les navires chargés des expéditions fussent munis chacun de cinq à six chronomètres convenablement installés, que l'on comparerait entre eux tous les jours, et que leurs marches fussent soigneusement déterminées au départ, dans les relâches et au retour. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Observations au sujet des deux Notes que M.* Fremy *a publiées dans les* Comptes rendus *de la séance du 7 octobre; par* M. PASTEUR.

« Notre confrère M. Fremy n'ayant pas assisté à la dernière séance, j'ai remis à celle-ci pour le prier de me permettre de lui poser une question au sujet des deux Notes qu'il a insérées dans les *Comptes rendus* de la séance du 7 octobre courant.

» Dans les Notes dont il s'agit, M. Fremy affirme, sans en donner la preuve, que les faits nouveaux exposés par moi dans cette même séance « *appuient les idées qu'il a émises pour la génération des ferments* » ; « *qu'elles* » *sont une confirmation éclatante de la théorie qu'il soutient, et qu'elles ren-*

---

(1) Voir un extrait de cette Lettre, à la Correspondance, p. 947.

(2) M. de Magnac entend sans doute que le minimum du nombre des chronomètres soit de quatre à cinq, et que les culminations lunaires embrassent au moins une lunaison.

» *versent entièrement la mienne.* » Ce sont les termes mêmes dont M. Fremy s'est servi, pages 783 et 790.

» M. Fremy a répondu, séance tenante, à mes Communications du 7 octobre. Ces Communications avaient été, de ma part, improvisées : je ne m'étais pas préparé à les faire ce jour-là. Peut-être n'ai-je pas été clair. Peut-être me suis-je mal fait comprendre. Dans tous les cas, mon exposition verbale a trouvé dans les *Comptes rendus* de la séance sa forme écrite définitive, et nul doute que M. Fremy n'en ait pris connaissance à tête reposée.

» Dès lors, voici la question à laquelle je prie M. Fremy de vouloir bien répondre. Dans la crainte que mes descriptions verbales n'aient pas été bien comprises, je viens demander à notre confrère si, après avoir lu mes Communications sous leur forme écrite, il persiste dans ses opinions; en d'autres termes, s'il persiste à juger que mes deux séries d'expériences sont « *une confirmation éclatante de sa théorie* ».

» Pour les points en litige, ces deux séries d'expériences se résumen comme il suit : le jus trouble de l'intérieur d'un grain de raisin, déposé dans du moût de raisin cuit, ne provoque pas la fermentation. L'eau de lavage de la surface de grains de raisin fait, au contraire, fermenter ce moût avec production de cellules de levûre, effet qui n'a plus lieu, d'ailleurs, si l'on fait au préalable bouillir cette eau de lavage avant de l'introduire dans le moût. (Expériences de ma première Note.)

» Je place des grains de raisin dans des conditions de vie semblables à celles des cellules de la levûre, et les cellules intérieures de ces grains se comportent comme les cellules de la levûre vis-à-vis du sucre, sans que ces cellules des grains engendrent des cellules de levûre. (Expériences de ma deuxième Note.)

» Ma conclusion, qui est adéquate aux faits, est celle-ci : dans aucun cas le jus du raisin ne peut par lui-même engendrer des cellules de levûre; ces cellules viennent primitivement de l'extérieur. Mes expériences, la conclusion obligée que j'en déduis, mettent donc au pied du mur les deux théories de la fermentation que soutient M. Fremy. En d'autres termes, je déclare erronées, soit la théorie de la transformation des matières albuminoïdes en cellules de levûre au contact de l'oxygène de l'air, soit la théorie de l'hémiorganisme, c'est-à-dire de la génération des cellules de levûre par les cellules des fruits (1). »

---

(1) Ces deux théories, qui ont pris naissance en Allemagne, n'y comptent plus que de rares adeptes.

TEINTURE. — *Réponse aux allégations contenues dans un Rapport de M. A. Gruyer sur l'Exposition internationale de Londres en 1871, à propos des tapisseries des Gobelins;* par M. **Chevreul.**

« Messieurs et chers Confrères,

» Dans un temps où la liberté d'écrire est un fait, tout homme qui est de son temps et qui se respecte ne répond pas aux attaques dont il peut être l'objet : ce principe de conduite, je l'ai observé; mais cet homme répondra à l'attaque d'une publication officielle intitulée :

EXPOSITIONS INTERNATIONALES.

LONDRES 1871.

FRANCE.
Commission supérieure.

RAPPORTS.

où on lit, page XXII :

« Il y avait un intérêt réel pour notre pays à apprécier au point de vue français les résultats de cette exposition internationale, et nous n'avons pas hésité à confier à plusieurs écrivains d'une *notoriété incontestable* l'appréciation des divisions les plus importantes de l'Exposition de 1871.

» Ces rapports, qui sont l'objet du volume dont ces quelques lignes ne forment que l'Avant-propos, ont été rédigés sur place, et nos rapporteurs ont tenu à honneur de ne point passer sous silence les progrès accomplis dans les autres pays, tout en s'attachant plus spécialement *au point de vue français, ainsi qu'ils en avaient la mission.*

» Ils sont au nombre de quatre :

» Les beaux-arts par M. Viollet-Leduc..... Les *produits industriels* présentés au point de vue de la forme et du dessin; en un mot l'application de l'art à l'industrie par M. Anatole Gruyer, *connu de tous les érudits par ses travaux sur l'histoire de la vie et des œuvres de Raphaël.* »

» M. A. Gruyer a donc bien un *caractère officiel;* mais Dieu me garde de croire que les honorables commissaires français de l'Exposition universelle de 1871 aient quelque part au *fait* contre la vérité duquel je proteste.

» Je copie dans son Rapport les passages relatifs à ma réclamation :

« ..... Rien donc des Gobelins à l'Exposition de 1871. A la vérité, je suis loin de regarder comme des modèles tout ce que notre Manufacture nous montre depuis des années. J'aurais eu bien des réserves à faire relativement à ces produits, bien des conclusions à prendre contre leurs tendances..... Les cartons (modèles de tapisseries peints par de grands maîtres) eux-mêmes ressemblent presque à de la tapisserie; et il est certain que des tapisseries faites d'après eux ne ressembleront jamais à des tableaux : voilà *l'essentiel.* Il ne faut *jamais confondre les genres, il faut laisser à chaque chose sa physionomie propre.* Une tapisserie qui

ne paraît plus être une tapisserie est un *produit bâtard qui n'a pas de nom dans la langue des arts*..... J'espère que les Gobelins, sous l'*habile direction de M. Darcel et avec le concours des artistes éminents qui s'intéressent à la Manufacture, vont renaître de leurs cendres et reprendre leur rang*..... En fait de tapisserie, les *progrès de la science*, s'ils ont utilement servi la Technologie, ont fait *à l'art un* TORT CONSIDÉRABLE. L'illustre *inventeur de la Chimie des corps gras* a plutôt ENTRAVÉ *qu'avancé* nos Manufactures par ses *savantes recherches sur les couleurs*. En composant ces claviers chromatiques où les tons se comptent, non plus par demi, mais par des différentielles pour ainsi dire infinitésimales, il a mis la tapisserie en état de rivaliser, non-seulement avec la peinture à fresque ou avec la peinture en détrempe, ce qui ne serait que *demi-mal*, mais avec la *peinture à l'huile, ce qui est* DÉTESTABLE. »

» J'ai fini d'exposer l'*attaque*, je réponds par des FAITS témoignant que les allégations de M. A. Gruyer sont le *contraire* ABSOLU *de la vérité*.

1re RÉPONSE.

*L'*ALLÉGATION *que j'ai exercé une influence fâcheuse sur la confection des tapisseries des Gobelins est* FAUSSE.

» La vérité est que je n'en ai exercé aucune. En effet, l'Administration des Gobelins ne m'a jamais consulté sur le choix des modèles ni sur la partie technique de la confection des tapisseries et des tapis, ni même sur la classification des laines et des soies teintes de ses magasins.

» Le 22 de juillet 1867, en faisant hommage à l'Académie d'un opuscule publié en 1866 sous le titre des *Arts qui parlent aux yeux au moyen de solides colorés d'une étendue sensible, et en particulier des arts de la tapisserie des Gobelins et des tapis de la Savonnerie*; je disais en terminant :

« Je répète ce que j'ai eu plusieurs fois l'occasion de dire, c'est que, *étranger au choix des* » *modèles et aux travaux du tapissier*, mes fonctions se bornent exclusivement à faire teindre » des laines et des soies aussi *absolument conformes que possible* aux échantillons que je » reçois de l'Administration. »

» C'est quarante-trois ans après avoir été attaché aux Gobelins que cette déclaration fut faite à l'Académie.

2e RÉPONSE.

*L'*ALLÉGATION *que j'ai été une cause de la décadence de la tapisserie par l'influence que mes recherches sur les couleurs ont exercée en donnant à l'artiste tapissier le moyen que son œuvre reproduisît fidèlement le tableau peint à l'huile est* FAUSSE.

» On en sera convaincu en lisant :

» 1° Mon livre de la *Loi du contraste simultané des couleurs*, et particuliè-

rement les pages indiquées dans la Note suivante (1). L'ouvrage parut en 1839; il y a donc trente-trois ans;

» 2° Le Rapport que je fis en 1851 comme membre du jury de la première Exposition universelle.

» En résumant brièvement ces deux Ouvrages, en ce qui a trait seulement à l'allégation de M. A. Gruyer, on voit combien la Peinture, en imitant le modèle coloré avec des matières presque liquides divisées à l'infini, pour ainsi dire, diffère des arts qui parlent aux yeux au moyen de solides d'une étendue sensible, comme des fils colorés, des vitraux colorés et peints, de petits prismes appelés mosaïques.

» Cette distinction fondamentale et développée montre que M. A. Gruyer, en disant : *il ne faut jamais confondre les genres, il faut laisser à chaque chose sa physionomie propre*, a répété ce que j'ai publié il y a trente-trois ans, avec cette différence pourtant qu'il a énoncé une proposition sans en donner les raisons que j'ai exposées en détail. Je vais les rappeler aussi brièvement que possible.

» Qu'est-ce que la peinture colorée étendue sur la palette? C'est un liquide plus ou moins pâteux, distribué en partie de couleurs diverses que le peintre peut mêler en toutes sortes de proportions pour en faire autant de mélanges qu'il voudra, et dont chacun paraîtra homogène à tous les yeux. Il peut faire le contraste de ton le plus extrême en faisant usage du noir pour les ombres et du blanc pour le clair; puis, entre ces extrêmes, opérer des dégradations parfaites de toutes les couleurs. Enfin, au moyen du pinceau, il a la possibilité de tracer des limites parfaites entre les divers objets qui composent son tableau, grâce au dessin.

» Cette faculté qu'a le peintre, dans ses imitations du modèle coloré, est refusée au tapissier, qui opère avec des fils colorés; à l'artiste verrier, occupé de faire des vitraux colorés pour les églises gothiques; à l'artiste en mosaïques, en un mot à tout artiste parlant aux yeux avec des solides de couleur d'une étendue sensible.

» Parlons maintenant du tapissier en face du modèle que le peintre lui a fait, et voyons les entraves que lui impose sa matière première, les deux

---

(1) Lire la 1re DIVISION intitulée : *Imitation des objets colorés avec des matières colorées divisées à l'infini, pour ainsi dire* (de la page 145 à 216 inclusivement).

La 2e DIVISION : *Imitation des objets colorés avec des matières colorées d'une étendue sensible* (de la page 217 à 282 inclusivement).

éléments de la tapisserie, la *chaîne* et la *trame*, dont les directions sont opposées rectangulairement.

» La *chaîne*, dans le métier de haute-lisse, est tendue verticalement, et chacun de ses fils est entièrement recouvert par la *trame*, de sorte que le spectateur qui regarde la tapisserie quand elle est achevée aperçoit des cannelures séparées l'une de l'autre par des sillons creux; et les fils de la *trame* se composant chacun de filaments, la surface de la tapisserie est, en réalité, striée horizontalement. En définitive, la surface de la tapisserie présente des cannelures et des sillons verticaux et des fils striés dans le sens horizontal.

» Quelles sont les conséquences de cette surface à *cannelures* et à trame *striée*, si différente de la surface unie d'un tableau?

» C'est que les parties saillantes réfléchissant plus de lumière que les sillons et les stries, il est impossible de produire des ombres comparables en vigueur à celle du peintre, et, par la même raison, ces mêmes *sillons* et ces mêmes *stries* absorbant la lumière, les clairs de la tapisserie ne pourront paraître *blancs*, et les tons lumineux de couleur ne pourront avoir l'éclat des tons clairs d'une peinture à l'huile.

» Si vous considérez l'impossibilité où est le tapissier de faire un trait oblique à la direction de la chaîne ou de la trame, qui ne soit pas dentelé, vous aurez des conditions de *structure* de la matière première, qui s'opposeront toujours à ce que la tapisserie puisse être identifiée au tableau.

» Quelles seront les conséquences de ces différences fondamentales entre la *tapisserie* et son *modèle?*

» C'est que le bel effet de la première exige que les contrastes de couleurs soient plus multipliés que dans le tableau, puisque les extrêmes, *ombre* et *lumière*, sont plus rapprochés dans la première que dans le second.

» C'est que les objets aient une certaine grandeur, afin que la *dentelure* des traits obliques ne soit pas visible à la distance où se trouvera le spectateur pour avoir la vue distincte de la tapisserie.

» C'est enfin qu'on emploie le plus possible de *couleurs franches* et le moins possible de *couleurs rabattues* par du noir, parce que celui-ci peut présenter deux inconvénients : celui de passer, ou s'il ne passe pas, les couleurs passeront, et alors il ne restera que du gris et pas de couleur.

« A qui maintenant M. A. Gruyer, tout juge *rapporteur officiel qu'il est de l'application de l'art à l'industrie*, persuadera-t-il que l'auteur de la *loi*

du contraste simultané des couleurs ait jamais eu la pensée de confondre l'imitation en tapisserie avec le modèle peint à l'huile? Qui le croira, quand il dit : « M. Chevreul a mis la tapisserie en état de rivaliser, non-seulement » avec la peinture à fresque ou avec la peinture en détrempe, ce qui ne » serait que *demi-mal*, mais avec *la peinture à l'huile, ce qui est* DÉTESTABLE! »

» Si le jugement est sincère, l'expression ne l'adoucit pas.

» Quoi qu'il en soit, ai-je attendu M. A. Gruyer *pour ne pas confondre les genres, pour ne pas laisser à chaque chose sa physionomie?* Les citations suivantes témoignent qu'en traitant il y a trente-trois ans, je le répète, des arts qui parlent aux yeux au moyen de solides colorés d'une étendue sensible, je ne me suis pas borné aux tapisseries et aux tapis. J'ai énoncé en principe général que le perfectionnement de chacun de ces arts exigeait avant tout l'*amélioration* des qualités inhérentes à la nature de la matière qu'il met en œuvre et l'*atténuation* des défauts que cette matière peut présenter dans l'emploi qu'on en fait; ainsi *ai-je déduit de la surface cannelée et striée de la tapisserie la nécessité de recourir aux contrastes de couleurs et à la grandeur des objets pris pour modèle.*

» Si M. A. Gruyer avait lu le livre du *contraste des couleurs*, il eût vu le rôle que remplissent les zones de plomb servant d'assemblage à des verres colorés qui doivent être de petite dimension pour produire tout l'effet de couleur dont ils sont susceptibles; il aurait vu comment l'opposition de l'*opacité* du métal relève l'éclat des lumières colorées transmises par les verres; il aurait vu la nécessité d'une certaine largeur de la zone de plomb en rapport avec la distance où se trouve le spectateur pour obtenir le plus bel effet d'une vision distincte; il aurait compris l'explication de l'erreur commise lorsque, substituant aux petits verres d'église gothique et aux plombs d'assemblage une ferrure qui circonscrit les grandes pièces de verre, ces substitutions n'étaient pas un progrès, si l'on admet que l'effet de couleurs brillantes bien assorties était le but de l'artiste verrier, et qu'il ne faisait intervenir la figure humaine que de la manière la plus simple, en parfaite harmonie avec la foi chrétienne et ses légendes.

» Si M. A. Gruyer avait lu le contraste des couleurs, il aurait vu comment les effets de la jardinique sont déduits en principe de la ligne à laquelle les allées se rapportent; la ligne est *droite* dans le jardin de Lenôtre, et *courbe* dans le jardin-paysage. Il aurait trouvé l'explication de la grande difficulté de dessiner ce dernier d'une manière vraiment supérieure en considérant le petit nombre de personnes qui ont étudié la perspective que présentent les allées courbes et dans leur parcours et dans les points de

vue variés que le jardiniste a choisis : de là l'explication du petit nombre des successeurs de l'architecte Berthaud.

TROISIÈME ET DERNIÈRE RÉPONSE.

L'ALLÉGATION que mes *cercles chromatiques appelés claviers par M. A. Gruyer ont nui à l'art de la tapisserie des Gobelins* est FAUSSE.

» En effet, les Gobelins sont absolument étrangers à la confection des *cercles chromatiques;* leur exécution même n'est pas un acte spontané de ma part, puisqu'ils ont été imaginés pour satisfaire à la demande que l'industrie lyonnaise avait faite au Ministre du Commerce, par l'intermédiaire de la Chambre de Commerce de Lyon, de *types* de couleur tels qu'ils sont compris dans cette sorte de *schéma* que j'ai appelé *construction chromatique hémisphérique.*

» Que l'Académie veuille bien me permettre de rappeler quelques généralités relatives aux détails qui font partie de l'*exposé d'un moyen de définir et de nommer les couleurs*, exposé qui ne comprend pas moins que le trente-troisième volume de ses Mémoires. Je tiens d'autant plus à profiter de l'occasion que, prochainement, je lui ferai quelques communications relatives à la vision des objets colorés.

» La *construction chromatique hémisphérique*, décrite pour la première fois dans le livre de la *loi du contraste simultané des couleurs*, me fut inspirée par une idée exclusivement critique, celle de montrer les conditions auxquelles il fallait satisfaire pour définir d'une manière précise une couleur donnée, et celui qui la comprenait concevait dès lors l'insuffisance de ce qu'avaient imaginé le P. Castel, Grégoire et Mérimée le père pour atteindre ce but.

» On définit une couleur en ayant égard à son *nom*, à son *intensité*, que j'appelle *ton*, et à sa *bruniture*, c'est-à-dire à la proportion du noir si cette couleur en contient dans ses *tons* les plus clairs. L'ensemble des *tons* d'une couleur s'appelle la *gamme* de cette couleur.

» Mais comment définir les tons d'une couleur dont l'intensité est indéfinie?

» Par une convention très-simple. Supposons une zone de papier blanc plus longue que large; vers son milieu une couleur s'y trouve avec l'intensité qui la caractérise; à partir de là, elle s'affaiblit, de manière à aller au blanc d'une manière insensible, de même que du côté opposé la couleur s'éteint de plus en plus au moyen du noir jusqu'à l'extrémité qui touche au noir pur. Cette zone présente la dégradation de la couleur du noir au blanc.

Que l'on imagine maintenant la zone divisée en éléments superficiels égaux, et que la couleur dégradée de chacun d'eux soit mélangée uniformément, de manière qu'elle y soit répandue uniformément, vous aurez alors pour cette couleur autant de tons que d'éléments superficiels égaux. Dans mes gammes je compte 20 tons, mais si on le jugeait convenable, il pourrait y en avoir plus ou moins.

» On se représente la délimitation de la couleur indéfinie en gammes définies de la même manière qu'on vient de se représenter les tons d'une même gamme. Il suffit, en effet, de convenir qu'un cercle placé horizontalement se partage en trois secteurs égaux par des rayons représentant le *rouge*, et en allant à droite, le *jaune* puis le *bleu*, et qu'entre le rouge et le jaune il y a une infinité de rayons qui passent insensiblement du rouge au jaune, de même des rayons allant insensiblement du jaune au bleu, et de celui-ci au rouge : voilà bien l'indéfini de la couleur.

» Qu'on imagine le cercle partagé en un certain nombre de secteurs égaux, 72 par exemple; en admettant que le rayon, représentant chacun le rouge, le jaune et le bleu, partage par moitié trois des secteurs, il suffira, pour se représenter les 72 gammes, de supposer chaque secteur coloré uniment par la couleur qu'il comprend : c'est donc la même convention que pour la définition des tons de la gamme.

» Par deux suppositions encore analogues, on définira les couleurs rabattues par le noir dans tous leurs tons, de manière à avoir, pour chaque gamme de couleur franche, 9 gammes rabattues, dont la première contiendra dans tous ses tons, relativement à la gamme franche, $\frac{9}{10}$ de couleur et $\frac{1}{10}$ de noir; la deuxième gamme rabattue a $\frac{8}{10}$ de couleur et $\frac{2}{10}$ de noir;.... enfin la dernière gamme rabattue a $\frac{1}{10}$ de couleur contre $\frac{9}{10}$ de noir.

» On pourra concevoir de même le noir dégradé en 20 tons de gris normaux.

» Telle est la conception rationnelle de la *construction chromatique hémisphérique* à la figure de laquelle je renvoie. On la trouve dans l'atlas de *la loi du contraste* et reproduite dans le trente-troisième volume des Mémoires de l'Académie.

» Je l'exposai à mes auditeurs de Lyon, et après mes leçons de l'année 1842, le 2 d'août, la *Société d'Agriculture et des Arts utiles*, sur la proposition d'un de ses membres, M. J. Bourcier, à l'unanimité, demanda à la Chambre de Commerce de Lyon que son président voulût bien exprimer au Ministre du Commerce le désir de l'industrie lyonnaise, qu'on fît exécuter les

types de la *construction chromatique hémisphérique* en porcelaine de Sèvres.

» Le 8 de juillet 1843, une Lettre fut écrite par le président de la Chambre de Commerce; le Ministre m'en fit part dans une lettre datée du 22 de mars 1844. Déjà M. Alexandre Brongniart, administrateur de la Manufacture de Sèvres, d'après les ordres de M. l'Intendant de la liste civile, m'avait demandé mes *types* par deux Lettres, l'une à la date du 17 d'octobre 1843 et l'autre à celle du 9 du mois de janvier 1844.

» Malheureusement j'étais loin d'être près de satisfaire à cette demande : je ne m'étais livré à aucune expérience relative à la réalisation de ces types, et avant tout il fallait imaginer de les disposer de manière qu'il fût facile de les comparer avec les objets dont on voulait déterminer les couleurs.

» En y réfléchissant, je distribuai les types de la *construction chromatique hémisphérique* telle que je l'avais conçue en dix cercles; le premier contenant les couleurs franches, c'est-à-dire celles qui, à partir de la couleur franche au maximum de ton, ne renferme pas de bruniture ou de noir dans les tons inférieurs; et les couleurs rabattues dans ces mêmes tons furent réparties en neuf cercles, dont chacun comprenait les 72 gammes rabattues dans les tons par $\frac{1}{10}$, $\frac{2}{10}$,..., $\frac{9}{10}$ de noir contre $\frac{9}{10}$, $\frac{8}{10}$,..., $\frac{1}{10}$ de la couleur des tons correspondant aux tons non rabattus du premier cercle. Quant aux tons bruns rabattus du premier cercle, il fallait se représenter les tons correspondants des cercles rabattus comme contenant, avec leur noir, non la couleur de la gamme pure, mais le mélange de la couleur avec le noir, suivant la proportion du noir à la couleur dans les tons inférieurs correspondant aux tons non rabattus des gammes du premier cercle.

» Chaque cercle renfermant 1440 tons ou types, les 10 cercles en renferment 14400, et en y ajoutant les 20 gris normaux et le noir, qui est le 21e ton de la gamme, on a 14421 tons pour le tout.

» Aux Gobelins, on n'a exécuté que 1440 tons du premier cercle et le 10e ou 11e ton des 9 autres cercles et de plus les 21 tons de noir, ce qui donne $1440 + 648 + 21 = 2109$, et c'est avec eux que l'on a fait toutes les déterminations décrites dans le trente-troisième volume des Mémoires de l'Académie.

» La confection de ces types, commencée en 1844, n'a pu être achevée qu'en 1850; car il a fallu bien des essais; et certes elle n'aurait pu être exécutée hors des Gobelins, sans le concours de M. Decaux, sous-directeur des teintures, et de MM. les chefs d'atelier Deyrolle père, Laforest, Lebeau, François, chefs des ateliers des tapisseries et des tapis; enfin de M. Lebois, chef de l'atelier de teinture.

» Mais, le cercle une fois exécuté, il restait une condition essentielle à remplir : c'était de trouver des types invariables de nature, pour donner un caractère de certitude à ce cercle. C'est alors que j'eus recours à l'obligeance de MM. Becquerel père et fils; et c'est dans la chambre noire du Muséum que furent faites les comparaisons des gammes du cercle avec les raies du spectre de Fraunhofer; les détails de ces recherches sont dans le trente-troisième volume des Mémoires de l'Académie. Mais, si je connaissais depuis longtemps la justesse de la vue des artistes des Gobelins pour apprécier les couleurs et leurs tons, je ne m'attendais pas au résultat final de l'examen fait dans la chambre noire; le rouge du cercle qui, comme intermédiaire entre le jaune et le bleu, est mon point de départ, se trouvait si près du rouge du spectre que nous adoptâmes comme normal, que je ne balançai point à le prendre pour type d'un nouveau cercle. Le rouge choisi était un peu moins orangé que le premier.

» C'est alors qu'un deuxième cercle fut exécuté par M. Lebois; il me demanda par quelle couleur il devait commencer: je savais la difficulté sans avoir la conscience de la vaincre, je le laissai faire; mais, arrivé au jaune, il reconnut l'impossibilité de faire quelque chose de bien, et il n'hésita pas à en commencer un troisième par le jaune, c'est-à-dire à faire une gamme de jaune comprenant 20 tons du blanc au noir : cette fois, le résultat ayant été très-satisfaisant, le cercle fut définitif; c'est celui qui nous a servi à rapporter avec certitude 15 couleurs du cercle à 15 couleurs du spectre de Fraunhofer.

» Après avoir exécuté le cercle à la demande de M. l'Intendant de la liste civile, après des essais très-satisfaisants faits à Sèvres par M. Salvetat et sous le successeur de M. Alexandre Brongniart, M. Ebelmen, un ordre fut donné à la Manufacture de Sèvres de cesser les travaux concernant la réalisation des types des cercles chromatiques en porcelaine, et cette décision fut communiquée par le Ministre d'État qui l'avait prise dans une Lettre datée du 15 de février 1855 en réponse à une Lettre de M. le Président de la Chambre du Commerce de Lyon, qui réitérait, après la révolution de Février, la demande de types de couleurs en porcelaine de Sèvres par une Lettre du 15 de décembre 1854.

» Après ces faits, dont j'ai toutes les preuves entre les mains, je puis dire avec assurance à M. A. Gruyer, *il est faux que mes travaux sur les cercles chromatiques aient eu la moindre influence pour* ENTRAVER *l'art du tapissier des Gobelins*; car, conséquence de la conception *de la construction chromatique hémisphérique*, ils n'auraient jamais été exécutés sans la demande de

la Chambre de Commerce de Lyon, prise en considération par le Ministre du Commerce et par l'Intendant de la liste civile de 1844.

» Sans me préoccuper davantage de M. A. Gruyer, je rappellerai, dans une Communication prochaine, quelques faits relatifs à la vision des couleurs, et qui sont le résultat des travaux auxquels les cercles chromatiques ont donné lieu. Je parlerai ensuite de quelques-unes de leurs applications à des arts divers, et enfin j'exposerai quelques vues relatives à l'utilité dont les Gobelins pourraient être, eu égard à l'industrie des teintures et à un enseignement concernant l'arrangement des couleurs pour parler aux yeux.

« M. Edm. Becquerel, à l'appui des faits très-importants dont M. Chevreul vient d'entretenir l'Académie, et relatifs aux changements de nuances provenant de la concentration plus ou moins grande des rayons lumineux de même couleur, rappelle l'expérience suivante de M. Chevreul, que l'on répète aisément et qui est très-frappante :

» Si l'on introduit un faisceau de rayons solaires dans une chambre noire, et qu'après sa réfraction au travers d'un prisme on reçoive des rayons d'une réfrangibilité bien déterminée et par conséquent de même couleur sur une lentille convergente, si l'on place alors un écran en papier blanc à des distances diverses du foyer de la lentille, en comparant la nuance de l'image ainsi obtenue avec celle de la gamme chromatique éclairée par la lumière blanche, on reconnaît que cette nuance change avec la position de l'écran. En général les lumières violettes prennent du rouge en se dilatant, et au contraire tournent au bleu en se condensant; la lumière bleue prend du jaune en se dilatant; quant à la couleur rouge transmise par un verre coloré par le protoxyde de cuivre, en se dilatant elle présente d'abord le 5ème violet rouge, puis, en se dilatant davantage, le rouge. »

« M. Milne Edwards, à l'occasion de la Communication de M. Chevreul, ajoute qu'en ce moment un des imprimeurs-lithographes les plus habiles de Paris s'occupe, sous sa direction, de divers essais relatifs au perfectionnement du tirage en couleur des planches zoologiques, et que dans ce travail le cercle chromatique de M. Chevreul lui a été très-utile; les observations de ce savant sur les teintes rabattues et sur le contraste simultané trouvent aussi de nombreuses applications dans l'art de représenter fidèlement les objets d'histoire naturelle. Pour en tirer parti, il suffit de les comprendre. »

MÉCANIQUE. — *Sur l'équation mécanique dont découle le théorème du viriel.* Note de M. R. CLAUSIUS.

« En 1870 j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie un théorème relatif à une quantité analogue au potentiel, que j'ai nommée *viriel* (*).

» Supposons donné un point matériel mobile m qui, au temps t, a pour coordonnées x, y, z, et qui est soumis à une force dont les composantes sont X, Y, Z. En partant des équations générales du mouvement, j'ai formé l'équation suivante (**) :

$$(1)\qquad \frac{m}{2}\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 = -\frac{1}{2}Xx + \frac{m}{4}\frac{d^2(x^2)}{dt^2},$$

qui est valable aussi, sous la même forme, pour les coordonnées y et z. J'ai appliqué cette équation à un mouvement stationnaire, c'est-à-dire à un mouvement dans lequel la position et la vitesse du point ne changent pas toujours dans un même sens, mais restent comprises entre de certaines limites. Dans un tel mouvement, le coefficient différentiel $\frac{d^2(x^2)}{dt^2}$ a pour valeur moyenne zéro; si donc on désigne les valeurs moyennes des deux autres quantités en surmontant d'un trait horizontal les expressions qui représentent leurs valeurs variables, l'équation (1) devient

$$(2)\qquad \frac{m}{2}\overline{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2} = -\frac{1}{2}\overline{Xx}.$$

» Cette équation peut s'étendre immédiatement aux trois coordonnées et à un système d'un nombre quelconque de points matériels, et donne, si v désigne la vitesse d'un de ces points, l'équation

$$(3)\qquad \sum\frac{m}{2}\overline{v^2} = -\frac{1}{2}\sum\overline{(Xx+Yy+Zz)}\quad (^{***}).$$

» J'ai nommé la quantité qui figure dans le second membre de cette équation le *viriel* du système de points, ce qui m'a permis d'exprimer le sens de l'équation par ce théorème : *La force vive moyenne du système est égale à son viriel.*

» Dans les *Comptes rendus* du 29 juillet, M. Yvon Villarceau a publié un

(*) *Comptes rendus*, t. LXX, p. 1314.

(**) Page 1318 de mon Article.

(***) Dans mon Article de 1870, le Σ est omis dans le second membre par suite d'une faute d'impression à la page 1319; mais on trouve la même équation avec ce Σ à la page 1316.

article intéressant, dans lequel il donne, en désignant par r le rayon vecteur du point m, l'équation suivante, dans laquelle j'ai seulement introduit, pour la facilité de la comparaison, le facteur $\frac{1}{2}$:

$$(4) \qquad \sum \frac{m}{2} v^2 = \frac{1}{4} \frac{d^2 \sum mr^2}{dt^2} - \frac{1}{2} \sum (Xx + Yy + Zz).$$

Il distingue alors les forces auxquelles les points sont soumis en forces mutuelles et en forces extérieures au système. Il désigne par f la force, supposée attractive, que les deux masses m et m' exercent l'une sur l'autre, et par Δ leur distance mutuelle, et applique les lettres X, Y, Z aux seules forces extérieures. Par cette distinction, le dernier terme de l'équation (4) se décompose en deux termes, et l'équation devient

$$(5) \qquad \sum \frac{m}{2} v^2 = \frac{1}{4} \frac{d^2 \sum mr^2}{dt^2} + \frac{1}{2} \sum f\Delta - \frac{1}{2} \sum (Xx + Yy + Zz).$$

» En comparant le théorème qui est exprimé par cette équation avec le mien, M. Yvon Villarceau dit :

« Il nous semble que ces deux théorèmes ne sauraient être confondus; car, dans l'un, il s'agit de la force vive *moyenne*, tandis que, dans l'autre, figure la force vive réelle; la même considération s'applique au *viriel* et à la quantité dont le viriel est la valeur moyenne : les termes $\frac{1}{4} \frac{d^2 \sum mr^2}{dt^2} + \frac{1}{2} \sum f\Delta$ ont disparu du théorème de M. Clausius, par suite de l'emploi des moyennes et autres considérations. Le nouveau théorème présente donc une généralité qui manque à celui de M. Clausius. »

» Je ne puis me ranger à cet avis de l'éminent savant.

» Je ne sais pour quelle raison il dit que le terme $\frac{1}{2} \sum f\Delta$ a disparu de mon théorème. Dans mon équation (3), les lettres X, Y, Z ne désignent pas seulement les composantes des forces *extérieures*, mais les composantes de *toutes les forces* auxquelles les points sont soumis. J'ai considéré moi-même le cas où les points matériels exercent les uns sur les autres des forces attractives ou répulsives, et j'ai donné, pour le viriel qui se rapporte à ces forces, une expression qui correspond complétement à celle de M. Yvon Villarceau. J'avais désigné par r la distance des deux points m et m'; mais, comme M. Yvon Villarceau a employé la lettre r pour désigner le rayon vecteur d'un point m, je vais me servir, pour représenter la distance mutuelle de deux points, de la lettre s, sans apporter du reste aucune autre modification dans mes formules. En représentant l'action mutuelle qui

s'exerce entre les points m et m' par la fonction $\varphi(s)$, que j'ai supposée positive ou négative selon que la force est attractive ou répulsive, j'ai donné pour le viriel relatif aux forces mutuelles la formule

$$\frac{1}{2}\sum \overline{s\varphi(s)}.$$

» En appliquant mon théorème à la chaleur, j'ai séparé le viriel en deux parties, dont l'une se rapporte aux forces intérieures et l'autre aux forces extérieures, et que j'ai nommées le *viriel intérieur* et le *viriel extérieur*. Pour un corps quelconque qui est soumis à une pression uniforme et normale à sa surface, comme seule force extérieure, j'ai donné, en désignant par v le volume du corps, par p la pression et par h la force vive du mouvement que nous nommons chaleur, l'équation suivante :

$$h = \frac{1}{2}\sum s\varphi(s) + \frac{3}{2}pv, \tag{6}$$

où le viriel intérieur et le viriel extérieur se trouvent l'un à côté de l'autre. Le terme qui se rapporte aux forces mutuelles n'a donc pas disparu de mon théorème, mais y joue au contraire un rôle important.

» Quant au coefficient différentiel $\frac{d^2\sum mr^2}{dt^2}$, il ne se trouve pas dans mon équation (3), mais le coefficient différentiel analogue $m\frac{d^2(x^2)}{d^2}$ se trouve bien dans mon équation (1) qui, sous la même forme, est valable pour chaque coordonnée et pour chaque point matériel. Comme cette dernière équation n'est pas mentionnée dans l'exposition même du théorème sur le viriel, mais dans sa démonstration qui est placée à la fin de mon article, il est possible qu'elle ait échappé à l'attention de M. Yvon Villarceau, et je ne doute pas que ce savant distingué ne concède lui-même qu'il y a, entre les équations (1) et (4), la même analogie qu'entre les équations (2) et (3), dont j'ai donné la dernière comme conséquence immédiate de la première.

» On peut même dire qu'un théorème qui donne l'équation comme valable pour chaque point et pour chaque coordonnée séparément est plus général que celui qui la donne comme valable pour les trois coordonnées prises ensemble et pour le système tout entier des points ; car le premier théorème renferme le second comme conséquence nécessaire, mais le second ne renferme pas le premier.

» Comme M. Yvon Villarceau, par sa belle exposition, a attiré l'attention de l'Académie sur les diverses formes qu'on peut donner à l'équation dont il s'agit, je me permets d'ajouter encore quelques autres formes qui, en

partie, sont moins évidentes au premier abord, mais pourtant faciles à démontrer, et qui pourront être utiles dans certaines recherches.

» Décomposons la force qui agit sur un point m en deux composantes suivant le rayon vecteur et la direction normale à celui-ci, et désignons la première composante par R, en considérant comme positif le sens vers l'origine des coordonnées; alors nous aurons

$$Xx + Yy + Zz = -Rr,$$

et l'équation que l'on obtient en étendant (1) aux trois coordonnées prend la forme suivante :

$$\frac{m}{2}v^2 = \frac{1}{2}Rr + \frac{m}{4}\frac{d^2(r^2)}{dt^2}; \tag{7}$$

d'où il suit, pour le système entier de points,

$$\sum\frac{m}{2}v^2 = \frac{1}{2}\sum Rr + \frac{1}{4}\frac{d^2\sum mr^2}{dt^2}. \tag{8}$$

» A présent, considérons deux points matériels m et m', dont la distance est s. Décomposons les deux forces qui agissent sur ces points chacune en deux composantes, suivant la direction s et la direction normale à s, et désignons les premières composantes par S et S', en considérant, pour chaque point, comme positif le sens vers l'autre point. Introduisons, de plus, la vitesse relative u des deux points l'un par rapport à l'autre, en posant

$$u^2 = \left(\frac{dx'}{dt} - \frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy'}{dt} - \frac{dy}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dz'}{dt} - \frac{dz}{dt}\right)^2.$$

Alors nous pourrons former, pour ces deux points, l'équation suivante, qui est analogue à (7) :

$$u^2 = \left(\frac{S}{m} + \frac{S'}{m'}\right)s + \frac{1}{2}\frac{d^2(s^2)}{dt^2}. \tag{9}$$

En multipliant cette équation par mm' et l'étendant au système entier des points, nous obtenons

$$\sum mm'u^2 = \sum(m'S + mS')s + \frac{1}{2}\frac{d^2\sum mm's^2}{dt^2}, \tag{10}$$

où les trois sommes se rapportent à toutes les combinaisons deux à deux des points donnés.

» Entre les trois sommes de cette dernière équation et celles de l'équation (8), il y a des relations très-simples. Soient x_1, y_1, z_1 les coordonnées

du centre de gravité du système de points matériels, r_1 sa distance à l'origine des coordonnées, v_1 sa vitesse et M la masse totale du système ou la somme Σm; alors on aura

$$(11) \qquad \Sigma mm's^2 = \mathrm{M}\Sigma mr^2 - \mathrm{M}^2 r_1^2,$$

$$(12) \qquad \Sigma mm'u^2 = \mathrm{M}\Sigma mv^2 - \mathrm{M}^2 v_1^2,$$

$$(13) \qquad \Sigma(m'\mathrm{S} + m\mathrm{S}')s = \mathrm{M}\Sigma \mathrm{R}r + \mathrm{M}(x_1\Sigma\mathrm{X} + y_1\Sigma\mathrm{Y} + z_1\Sigma\mathrm{Z}),$$

où les sommes du côté droit se rapportent à tous les points du système, et les sommes du côté gauche à toutes les combinaisons deux à deux des points.

» Au moyen de ces équations, on peut donner à l'équation (8) ou (10) diverses formes. Éliminons, par exemple, à l'aide de l'équation (13), la première somme du second membre de l'équation (10); on obtient

$$(14) \quad \frac{1}{2\mathrm{M}}\Sigma mm'u^2 = \tfrac{1}{2}\Sigma\mathrm{R}r + \tfrac{1}{2}(x_1\Sigma\mathrm{X} + y_1\Sigma\mathrm{Y} + z_1\Sigma\mathrm{Z}) + \frac{1}{4\mathrm{M}}\frac{d^2\Sigma mm's^2}{dt^2}.$$

Cette équation se simplifie dans des cas importants. Si les forces sont telles que l'on ait

$$\Sigma\mathrm{X} = 0, \quad \Sigma\mathrm{Y} = 0, \quad \Sigma\mathrm{Z} = 0,$$

le terme qui se rapporte au centre de gravité s'évanouit. Si l'on suppose, encore plus spécialement, que les seules forces qui agissent dans le système soient des attractions et des répulsions entre les points mêmes du système, représentées par $\varphi(s)$, on aura

$$(15) \qquad \Sigma\mathrm{R}r = \frac{1}{\mathrm{M}}\Sigma(m'\mathrm{S} + m\mathrm{S}')s = \Sigma s\varphi(s);$$

d'où il suit

$$(16) \qquad \frac{1}{2\mathrm{M}}\Sigma mm'u^2 = \tfrac{1}{2}\Sigma s\varphi(s) + \frac{1}{4\mathrm{M}}\frac{d^2\Sigma mm's^2}{dt^2}.$$

» Quand le mouvement est stationnaire, on peut, dans toutes les équations (7), (8), (9), (10), (14) et (16), supprimer le coefficient différentiel du second ordre, en surmontant les autres termes de traits horizontaux. »

HYDRAULIQUE. — *Théorie de plusieurs systèmes d'écluses de navigation.* Note de **M. A. de Caligny.**

Les savants qui se sont occupés d'épargner l'eau dans les écluses de navigation, en transvasant le liquide de diverses manières, avaient généralement proposé de le faire entrer ou sortir par un orifice latéral, disposé au

milieu de la longueur de l'écluse. Il en résultait un étranglement, quand il y avait de grands bateaux chargés, soit au commencement du remplissage, soit à la fin de la vidange. Cet inconvénient peut être atténué, selon moi, quand on fait déboucher l'orifice dont il s'agit à l'une des extrémités de l'écluse, et surtout dans l'enclave des portes d'aval. Il faut encore, il est vrai, que l'eau passe au commencement du remplissage, ou à la fin de la vidange dans l'espace rétréci que laissent dans l'écluse les bateaux chargés; mais la lame d'eau trouve au moins devant elle toute la largeur de l'écluse, plus toute la section restée libre entre les parois du bateau et les bajoyers; enfin les formes de la poupe et de la proue du bateau sont favorables au passage de la veine liquide.

» Avant d'établir une comparaison entre divers systèmes que j'ai proposés pour remplir et vider les écluses au moyen d'oscillations dans des tuyaux de conduite, il est intéressant d'étudier les phénomènes du mouvement de l'eau à son entrée dans l'écluse et à sa sortie. Il est convenable de donner la plus grande section possible à l'orifice disposé dans l'enclave des portes d'aval. Je suppose donc que la largeur de cet orifice ne diffère pas beaucoup de la moitié de la largeur de l'écluse. S'il n'y avait pas de bateau et que l'écluse fût un canal débouchant toujours dans le bief inférieur, les phénomènes du mouvement de l'eau à son entrée dans le sas auraient une grande analogie avec ce qui se présente dans les canaux qui amènent l'eau à divers moulins du département de Seine-et-Oise. Il arrive quelquefois que, lorsque ces moulins ne marchent pas, l'eau sort latéralement du canal d'arrivée par un bout de canal à peu près perpendiculaire à la direction du premier, qui est alors bouché transversalement par une planche verticale formant, avec ce canal de décharge, un angle vif différant peu d'un droit. On voit, dans ce cas, le liquide du canal d'arrivée former dans le coude dont il s'agit une sorte de *veine contractée* qui se dilate ensuite graduellement dans le canal de décharge. On va voir que ce détail est utile pour l'étude du mouvement de l'eau dans l'espèce de coude à angle droit vif, formé, dans le cas dont il s'agit, par le fond du sas, par les portes d'aval et par le bajoyer opposé.

» On ne connaît, sur les coudes à angle droit vif, que des expériences de Venturi et de S'gravesande. Celle de S'gravesande n'est pas tout à fait dans les mêmes conditions, mais il est utile de la citer comme venant à l'appui de la première. Il en résulte que la résistance dans les tuyaux coudés à angle droit vif peut être représentée, à peu près, au moins dans les circonstances analogues à celles de ces expériences par la hauteur d'une

colonne liquide égale à une fois et demie la hauteur due à ce qui reste de la vitesse moyenne à la sortie du tuyau coudé. Ce résultat dépend, il est vrai, de la manière dont la veine liquide se comporte dans la partie du tuyau qui est en aval du coude. On conçoit que si cette partie est trop courte pour que la veine liquide puisse la remplir convenablement, cela est une cause d'augmentation de déchet, d'après la théorie des ajutages. Or, précisément sur la veine liquide, après son entrée dans l'écluse, il n'y a point de paroi recouvrant cette veine, ce qui empêche de profiter, d'une manière analogne, à ce qui se présente dans les ajutages cylindriques, du mouvement de l'eau qui remplit ces ajutages en aval de la *section contractée*. L'écluse formant la seconde branche d'un coude à angle droit vif, d'une largeur à peu près double de celle de l'orifice d'arrivée, quand il y a deux portes d'aval, il y a lieu de penser, malgré les tourbillons résultant de cette augmentation de largeur, que cela est une cause de diminution sensible dans la résistance de ce coude, et que cela peut tendre à compenser jusqu'à un certain point la cause d'augmentation de déchet dont je viens de parler. Cependant il semble prudent de ne pas supposer cette résistance moindre que pour un tuyau ordinaire ayant un coude à angle droit vif ; d'autant plus que, en général, il faut tenir compte de ce que les portes d'aval présentent des angles qui sont une cause de déchet, et de ce que l'enclave opposée à l'orifice est encore une cause quelconque de flexion des filets liquides, excepté dans les écluses de petite navigation, où il n'y a qu'une seule porte d'aval. Mais alors le sas formant la seconde partie du coude peut être d'une largeur analogue à celle de la bouche du tuyau.

» J'ai supposé dans les considérations précédentes qu'il y avait un courant établi dans le sas, afin de pouvoir comparer le phénomène à ceux que j'ai observés dans le coude à angle droit d'un canal découvert. Dans cette hypothèse, la vitesse de sortie serait seulement perdue pour l'effet qu'on veut produire, tandis qu'elle devient un obstacle si l'on rétablit les choses telles qu'elles le sont réellement, en interceptant toute communication de l'écluse avec le bief d'aval pendant le remplissage. On sait, en effet, que si une masse d'eau s'introduit dans des circonstances analogues, elle tend à produire une onde du genre de celle que l'on nomme *solitaire*, l'inertie de l'eau résistant de manière à former un gonflement. Or, cela est nuisible à l'écoulement de l'eau qui rentre dans le sas, puisque cela est une cause de résistance sur l'orifice d'introduction. Si cette onde peut se promener d'une extrémité à l'autre de l'écluse, elle offre par son mouvement de retour une nouvelle cause de résistance. Supposons maintenant qu'il y ait

dans le sas un bateau chargé occupant la plus grande partie de la section de l'écluse ; il faudra tenir compte de ce que l'eau sera obligée de passer sous le bateau ou le long de ses flancs dans un espace d'abord assez resserré et dont la section augmentera il est vrai, quant à la partie qui est sous le bateau, à mesure que ce dernier montera. Il y a là une cause de résistance variable dont le calcul doit être d'autant plus difficile, qu'il faut tenir compte du frottement de l'eau contre les parois de l'écluse et contre le bateau lui-même.

» J'ai eu seulement pour but, dans l'exposé succinct des considérations précédentes, de faire voir comment le déchet provenant des mouvements de l'eau dans l'écluse peut être beaucoup plus important que le frottement de l'eau qui serait amenée dans le sas par un assez long tuyau de conduite d'un grand diamètre. Cela suffit pour montrer combien il est important de pouvoir évaser d'une manière graduelle et convenable l'extrémité de ce tuyau qui débouche dans le sas. On peut en conclure que son diamètre est limité plus qu'on ne le croirait peut-être au premier aperçu, si, pour éviter des étranglements immédiats, on ne peut le faire déboucher que dans l'enclave des portes d'aval. Il faut d'ailleurs ajouter aux résistances provenant du mouvement de l'eau à son entrée dans le sas, celles qui proviendront de la contraction de la veine liquide à l'époque de la vidange, en tenant compte des mouvements de l'eau dans l'écluse qui formera encore une des branches d'une sorte de coude à angle droit vif, d'une espèce, il est vrai, très-différente de celle qui résultait du mouvement dans l'autre sens. Si pour les petites écluses la section des deux branches du coude est analogue, celle qui alors sera en aval sera un tuyau, véritable ajutage. Enfin quand un bateau chargé descendant arrivera près du fond de l'écluse, la vitesse de l'eau autour de lui pourra être plus grande que celle de l'eau qui entrera dans le tuyau de conduite, et même, abstraction faite des frottements, il en résultera une cause évidente de mouvements compliqués et de déchet.

» Pour se former une idée de l'importance des considérations précédentes relativement au déchet provenant du frottement de l'eau dans le grand tuyau de conduite dont il s'agit, il suffit, en supposant même le coefficient des frottements de l'eau proportionnels aux carrés des vitesses aussi fort dans les tuyaux de conduite d'un grand diamètre que dans des expériences de Bossut sur des tuyaux d'un petit diamètre et d'une grande longueur, de rappeler que chaque longueur de quarante fois le diamètre peut absorber par son frottement une fois, à très-peu de chose près, la hauteur

due à ce qui reste de vitesse moyenne permanente à la sortie du tuyau, l'écoulement se faisant sous une hauteur d'eau constante.

» Il va maintenant être facile de fixer les idées sur l'importance relative que peuvent avoir, selon les circonstances, les divers systèmes d'écluses de navigation à colonnes liquides oscillantes que j'ai présentés, et dont l'un est appliqué avec succès à l'écluse de l'Aubois (1).

» Celui qui est en apparence le plus simple, et dont j'ai communiqué le principe à la Société Philomathique de Paris le 8 novembre 1845, consiste à établir alternativement la communication entre deux écluses de même hauteur et de mêmes dimensions, ou, si l'on veut, entre deux sas formant ce qu'on appelle une *écluse double*, au moyen d'un grand tuyau de conduite. Il est facile de voir que, dans ces conditions, si l'on vide une de ces écluses par une seule oscillation, cette même oscillation remplira l'autre écluse, sauf le déchet, le remplissage et la vidange de chaque écluse s'achevant par les moyens ordinaires. Or, la manœuvre serait plus simple et l'économie de la force motrice plus grande que dans le cas où une écluse se viderait aussi au moyen d'un grand tuyau de conduite dans un bassin de même section et de même hauteur qu'elle, si ce bassin n'avait point de portes et qu'il fallût une autre grande oscillation pour remplir ensuite le sas. En effet, la double écluse ayant des portes pour chaque sas, il n'est pas nécessaire que l'eau traverse deux fois le système pour chaque passage de bateau.

» Abstraction faite de la difficulté de faire communiquer convenablement les deux compartiments d'une écluse double, quand ils ne sont séparés que par un bajoyer, l'inconvénient de cette idée, si simple en apparence, consiste, relativement à la construction, en ce que, pour ouvrir et fermer le grand tuyau de conduite, on éprouverait plus de difficulté que si une des extrémités de ce tuyau débouchait au milieu d'un bassin latéral. En effet, on pourrait facilement établir une sorte de vanne cylindrique, ou plutôt de tube mobile ouvert à ses deux extrémités, venant se poser sur un siége disposé horizontalement à l'extrémité convenablement recourbée du

(1) J'ai communiqué à la Société Philomathique de Paris, le 28 mars 1846, un perfectionnement essentiel à l'écluse à flotteur et à double compartiment de Busby. J'ai cru longtemps que, sauf le capital de premier établissement, les écluses de ce genre avaient bien des chances d'épargner plus d'eau que les écluses à colonnes liquides oscillantes. Je ne le crois plus, du moins pour les écluses simples, depuis les expériences faites sur l'un de mes systèmes à l'écluse de l'Aubois par M. Vallès, inspecteur général des Ponts et Chaussées. Il n'en est pas moins intéressant de conserver la trace de plusieurs systèmes très-ingénieux.

tuyau de conduite dans ce bassin. Je rappellerai d'ailleurs, quant à ce détail de construction, que j'ai montré par expérience qu'on pouvait, au moyen de lames concentriques, réduire à très-peu de chose la résistance d'un coude à angle droit brusque, de manière à diminuer la profondeur des fondations. Il suffit, au reste, que le rayon intérieur d'un coude soit à peu près égal au diamètre du tuyau coudé pour que la *contraction* d'une espèce particulière dont j'ai parlé ci-dessus, comme étant la principale cause de la résistance dans les coudes à angle droit brusque, soit assez sensiblement supprimée.

» Dans les circonstances, sans doute assez rares, où l'on pourrait avoir, à la moitié environ de la hauteur du sas, un bassin d'épargne d'une assez grande largeur par rapport à la section de l'écluse, le travail en résistances passives pourrait être beaucoup diminué, toutes choses égales d'ailleurs. En effet, s'il avait une section dont la grandeur serait indéfinie, le centre de gravité de l'eau qui y entrerait ou en sortirait, jusqu'à ce que le niveau fût à la même hauteur dans l'écluse, descendrait d'une hauteur moitié moindre que si ce bassin avait une section égale à celle de cette écluse. Cela diminuerait beaucoup les vitesses, et par suite ce qu'on est convenu d'appeler résistances passives. On aurait de plus l'avantage d'augmenter la durée de l'oscillation, ce qui diminuerait pour les bateaux les inconvénients pouvant provenir d'oscillations trop rapides. Le déchet, s'il peut être supposé proportionnel aux carrés des vitesses, serait sensiblement, abstraction faite des bateaux, le même que pour le cas où il n'y aurait pas de bassin latéral, et où deux écluses communiqueraient, comme je l'ai dit ci-dessus, par un grand tuyau de conduite, de manière que ces écluses formassent les deux branches verticales d'un immense siphon renversé.

» Dans tous les cas, si l'on veut remplir ou vider une écluse par une seule grande oscillation, il paraît prudent de ne le faire qu'au moyen de deux grands tuyaux de conduite, débouchant à ses deux extrémités. L'enclave des portes d'aval est évidemment l'endroit le plus favorable pour y faire déboucher un de ces tuyaux; mais, à l'autre extrémité de l'écluse, il y a en général un espace plus ou moins grand qui reste libre, surtout à cause de la forme des bateaux.

» Ceux qui sont à vapeur et à hélice laissent d'ailleurs une certaine place derrière eux quand ils descendent. Si l'on emploie ainsi deux tuyaux de conduite, ils peuvent se réunir par leur autre extrémité dans un des bassins latéraux dont j'ai parlé ci-dessus; de sorte qu'une seule et même vanne cylindrique ou soupape annulaire peut servir à les faire fonctionner,

ce qui ne pourrait avoir lieu si c'étaient deux écluses qui communiquassent entre elles, comme je l'ai expliqué. Ces vannes cylindriques ou soupapes annulaires, que j'ai proposées pour ces grandes oscillations des écluses à la Société Philomathique, le 30 novembre 1844 (Voir le *compte rendu* de la Société Philomathique, séance du 4 janvier 1845), rendent toute espèce de coups de bélier impossible. Elles dispensent d'employer des tubes de sûreté, c'est-à-dire des tubes verticaux ouverts à leurs deux extrémités, qui seraient disposés dans le système ci-dessus d'écluses doubles, pour éviter les coups de bélier, si les sections transversales des tuyaux de communication étaient alternativement bouchées, et si l'on trouvait trop difficile de disposer ces soupapes annulaires dans des chambres latérales qui seraient une cause de déchet.

» J'ai démontré par la théorie et l'expérience, dès le début de mes recherches sur l'Hydraulique, que, si les vitesses ne sont pas trop petites, il y a en général de l'avantage à augmenter la longueur de la branche horizontale d'un siphon renversé, pour diminuer le travail en résistances passives dans les oscillations d'une colonne liquide, le diamètre de ce tuyau de conduite étant constant. Quand on peut ne tenir compte que des frottements proportionnels aux carrés des vitesses, l'augmentation de la longueur dont il s'agit compense en général sensiblement la diminution de frottement résultant de la diminution des carrés des vitesses de l'eau. Mais quand il y a une cause de résistance locale, telle qu'un coude, elle est évidemment diminuée, par suite de la diminution des vitesses résultant de l'augmentation de cette longueur. Or, si les tuyaux de conduite ne sont pas d'une assez grande longueur, il résulte de ce que j'ai dit ci-dessus que les frottements sont bien moindres que les autres causes de déchet. Il est donc très-important de donner à ces tuyaux de conduite une longueur qui ne sera guère limitée que par la dépense en capital de premier établissement. Je n'ai même, par cette raison, proposé de remplir ou de vider les écluses par une seule oscillation que pour les écluses les plus petites qui soient employées, et qui, n'ayant d'ailleurs qu'une seule porte d'aval, laissent de ce côté un espace libre relativement plus considérable que les grandes écluses. Quant aux inconvénients pouvant résulter pour les bateaux d'une trop grande vitesse de remplissage, il serait intéressant de rappeler comment la durée de l'oscillation augmente avec la racine carrée de la longueur d'un tuyau de conduite d'une section donnée. En général, ce tuyau ne sera pas circulaire, au moins dans toute son étendue, surtout quand il ne sera pas en fonte. On en tiendra compte dans le calcul de cette durée.

Je renvoie pour les calculs de ce genre à mes anciens Mémoires, cités plus loin avec quelques développements qui permettent de calculer la durée des oscillations dans des siphons de diverses espèces mentionnés dans cette Note, abstraction faite, il est vrai, des résistances passives, qui, dans des limites assez étendues, ne changent pas bien sensiblement la durée des oscillations. Il suffit de dire que l'essentiel se réduit en général à déterminer les ordonnées d'une ellipse, l'étendue de cette Note ne permettant pas d'autres développements.

» On diminue considérablement le déchet en employant des bassins d'épargne étagés, comme on le sait depuis longtemps par expérience. On peut le réduire à très-peu de chose, en diminuant le nombre des bassins d'épargne, si l'écluse est en communication avec ces bassins par des tuyaux de conduite du genre de ceux dont j'ai parlé dans cette Note. Il est difficile, comme je l'ai dit ci-dessus, de faire dans l'état actuel de nos connaissances des calculs bien satisfaisants sur ce déchet, quand ces tuyaux de conduite n'ont pas une très-grande longueur. Mais si, afin de se former une idée générale de la marche des résultats, on fait pour un moment abstraction de la présence des bateaux dans l'écluse, et que la section de ces bassins d'épargne soit égale à celle de cette écluse, on trouve, pour certaines conditions, que le déchet total sera à peu près en raison inverse du carré du nombre de ces bassins. Quant à l'exécution, elle paraît au moins très-facile au moyen de tuyaux bifurqués, quand il n'y aura que deux bassins (1).

» L'épargne sera d'autant plus grande que la section de chacun de ces bassins sera plus considérable. On ne pourrait même penser à leur donner une section moindre que celle de l'écluse que si la localité ne permettait pas de faire autrement.

» J'ai publié dans le *Journal de Mathématiques* de M. Liouville, t. III, première série, page 209 et suivantes, et dans le tome VI, même série, page 89 et suivantes, une formule, au moyen de laquelle je détermine le travail en résistances passives, proportionnelles aux carrés des vitesses dans un long tuyau de conduite recourbé verticalement, dont l'extrémité horizontale débouche dans un réservoir de sections indéfinies. La même

(1) Je ne connais pas d'expérience sur le déchet pouvant provenir des mouvements de l'eau sur l'espèce d'éperon résultant de la bifurcation, sous un angle assez aigu, d'un tuyau dont une des branches serait alternativement bouchée; mais, d'après une observation récente sur un canal découvert, j'ai lieu de croire ce déchet assez faible.

formule peut servir pour les siphons renversés à branches verticales, même quand elles ont des sections très-différentes l'une de l'autre, quoique celle de chaque branche soit constante quant à la partie où l'on considère l'oscillation de l'eau, le niveau au-dessus et au-dessous duquel le chemin parcouru est compté étant celui où le liquide est à la même hauteur dans les deux branches. On peut ainsi calculer la hauteur ou la profondeur obtenue dans chaque branche verticale, quand la branche horizontale est assez longue par rapport aux deux autres (1).

» Je crois qu'il est utile, non-seulement de conserver la trace de ces divers systèmes d'écluses, mais de les coordonner de manière à pouvoir fixer les idées sur leur degré d'utilité, du moins dans quelques circonstances particulières. Je leur préfère, pour la plupart des applications, le système de mon invention appliqué à l'écluse de l'Aubois. Mais il m'a paru d'autant plus opportun, pour éviter tout malentendu, de les discuter, au moins d'une manière succincte, qu'ils ont attiré dernièrement l'attention de plusieurs ingénieurs distingués, à cause de la grande simplicité de la manœuvre de ces systèmes et du peu de déchet auquel il est facile de démontrer qu'ils doivent donner lieu, si les tuyaux de conduite ont une assez grande longueur.

» L'appareil appliqué à l'écluse de l'Aubois, et sur lequel un rapport avorable a été fait à l'Académie des Sciences, le 18 janvier 1869, par MM. Combes, Phillips et de Saint-Venant rapporteur, à l'occasion des expériences de M. Vallès, offre, entre autres avantages, celui de permettre de diminuer presque indéfiniment le déchet, en augmentant le nombre des périodes de l'appareil; ce nombre est, il est vrai, limité par le déchet qui résulte des mouvements dans les tubes verticaux d'une très-petite section d'ailleurs par rapport à celle de l'écluse. Je reviendrai sur ces avantages. »

---

(1) Le travail de la pesanteur, abstraction faite des résistances passives, est le même et varie de la même manière, selon le chemin parcouru, que si l'on avait à produire deux oscillations séparées, chaque branche verticale étant disposée sur l'extrémité d'un tuyau horizontal de mêmes dimensions que la branche horizontale du siphon renversé, et chacun de ces tuyaux débouchant par son autre extrémité dans un réservoir dont le niveau, sensiblement constant, serait à la hauteur du niveau d'équilibre dans les deux branches du siphon dont il s'agit.

PHYSIQUE. — *Recherches sur la dissociation cristalline : Aluns* [*suite* (1)]; *par* **MM. P.-A. Favre** *et* **C.-A. Valson.**

« En partant des aluns, pris à l'état anhydre, nous avons obtenu des résultats dont nous allons compléter l'interprétation.

» Rappelons d'abord que nous avons été conduits, par la discussion de la densité de l'alun d'aluminium et de potassium, et par la plus grande fixité du sulfate d'ammonium dans l'alun d'aluminium et d'ammonium, à admettre que les sels constituants se trouvaient, dans les aluns desséchés, à un certain état d'association. On est porté à croire qu'il en est de même pour les autres aluns.

» Nous pouvons encore ajouter les remarques suivantes :

» 1° L'alun de chrome et de potassium calciné, étant ensuite traité par l'eau, lui abandonne du sulfate de potassium, tandis que le sulfate de sesquioxyde de chrome vert reste tout à fait insoluble. Il semble donc que l'eau dissocie les éléments salins que la chaleur n'a pas pu dissocier.

» 2° Les solutions des aluns de chrome violets, devenant vertes sous l'influence de la chaleur, et subissant par conséquent une transformation, présentent, comme nous le verrons plus loin, une densité moindre. On peut se demander si la densité trouvée pour les aluns de chrome violets calcinés, et qui passent au vert pendant cette calcination, n'est pas la densité de ces aluns transformés et secs.

» 3° Rien ne prouve qu'il n'en soit pas de même pour les autres aluns calcinés.

» Nous nous occuperons maintenant des aluns cristallisés à vingt-quatre équivalents d'eau.

» Nous avons opéré sur de beaux cristaux dont les arêtes avaient 1 centimètre de longueur environ, et nous n'avons pas employé moins de 20 à 25 grammes de cristaux dans chaque expérience.

» Le tableau suivant renferme les résultats fournis par l'observation et ceux que nous en avons déduits par le calcul ; la disposition est analogue à celle du tableau II de notre précédente Communication (2) où nous avons expliqué la signification des diverses lettres employées.

---

(1) Voir *Comptes rendus*, séance du 7 octobre 1872.

(2) Séance du 7 octobre 1872.

TABLEAU III.

FORMULES.	POIDS équivalents P	DENSITÉS à l'état solide D	VOLUMES équivalents $V_1 = \frac{P}{D}$	d	v_1	$V_1 - v_1$	$\frac{V_1 - v_1}{V_1}$
$SO^4\left(\frac{3Al\frac{2}{3}, K}{4}\right) + 6HO$...	118,62	1,745	67,98	1,0565	58,81	9,17	0,135
$SO^4\left(\frac{3Al\frac{2}{3}, Am}{4}\right) + 6HO$...	113,33	1,634	69,36	1,0497	60,62	8,74	0,126
$SO^4\left(\frac{3Fe\frac{2}{3}, K}{4}\right) + 6HO$ (*)	125,78	1,827	68,84	1,0569	65,18	3,66	0,053
$SO^4\left(\frac{3Fe\frac{2}{3}, Am}{4}\right) + 6HO$...	120,50	1,712	70,38	1,0508	66,35	4,03	0,057
$SO^4\left(\frac{3Cr\frac{2}{3}, K}{4}\right) + 6HO$...	125,12	1,816	68,90	1,0604	61,04	7,86	0,114
$SO^4\left(\frac{3Cr\frac{2}{3}, Am}{4}\right) + 6HO$...	119,87	1,697	70,64	1,0538	62,70	7,94	0,112
$SO^4, Al\frac{2}{3} + 6HO$...	111,17	1,767	62,90	1,0539	54,34	8,56	0,136

(*) Les nombres incrits dans la ligne de l'alun de fer et de potassium, et que nous n'avons pas encore obtenus directement, ont été calculés en étendant à cet alun les relations constatées par l'expérience, pour les autres aluns, entre leurs sels constituants.

» Dans la colonne d sont inscrites les densités des solutions obtenues en faisant dissoudre un équivalent de sel hydraté dans un litre d'eau. Par le fait de la dissolution, le volume primitif du liquide éprouve des accroissements qui sont inscrits dans la colonne v_1; la colonne $V_1 - v_1$ renferme les nombres qui expriment les contractions apparentes subies par le volume V_1 du sel pendant la dissolution; enfin, dans la colonne $\frac{V_1 - v_1}{V_1}$ se trouvent les coefficients de contraction rapportés à l'unité de volume.

» Les valeurs de V_1 donnent lieu à une première remarque. Elles sont peu différentes les unes des autres, de sorte qu'on peut énoncer la proposition suivante :

» Le volume moléculaire des aluns cristallisés, qui sont tous isomorphes, reste assez sensiblement le même, quels que soient les éléments métalliques contenus. En admettant que les écarts que présentent les valeurs de V_1 appartiennent à l'ordre des perturbations et en négligeant ces écarts, il sera permis de considérer les aluns comme des édifices composés d'un nombre égal d'assises moléculaires et dont la structure et les dimensions sont sensiblement les mêmes; de telle sorte que, lorsqu'on passe d'un

alun à un autre, une ou deux de ces assises sont remplacées par d'autres assises, mais sans que rien soit changé d'une manière bien sensible dans la structure et dans les dimensions géométriques de cet édifice. Les nouveaux éléments substitués peuvent bien différer par la couleur, par la densité et même par leur volume, mais ils sont sensiblement équivalents, au point de vue de leurs actions moléculaires, dans l'ensemble du système dont ils font partie.

» Quant à l'interprétation des petites différences que présentent les valeurs de V_1, on peut en conclure que l'échange du fer et du chrome n'apporte pas de changement sensible dans le volume de l'édifice, mais que la substitution de l'aluminium à l'un ou à l'autre de ces deux métaux produit une légère diminution de volume, lequel présenterait en quelque sorte une certaine élasticité. La substitution de l'ammonium au potassium entraîne, au contraire, une petite augmentation de volume, qui reste à peu près la même pour les aluns d'aluminium et pour les aluns de chrome.

» Ajoutons encore que le volume moléculaire du sulfate d'aluminium, cristallisé également avec 6 équivalents d'eau, diffère notablement du volume moléculaire de chacun des aluns; mais il faut remarquer que le premier sel ne cristallise pas de la même manière.

» Les valeurs de $V_1 - v_1$ mesurent la contraction que font éprouver à l'eau les sels hydratés, pendant leur dissolution; si on les retranche des valeurs $V - v$ contenues dans le tableau II (1) qui mesurent la contraction que les sels anhydres font éprouver à l'eau, on a des différences qui mesurent la partie de la contraction relative à la formation des cristaux. Dans le cas de l'alun aluminopotassique, par exemple, on a $V - v = 19,86$ et $V_1 - v_1 = 9,17$; la différence de ces deux nombres est 10,69, et surpasse, par conséquent, la valeur de $V_1 - v_1$, de sorte que la contraction relative à la formation du cristal est plus grande que la contraction produite par la dissolution du sel hydraté. Nous avons trouvé précédemment que l'inverse avait lieu pour le sulfate de sodium, ce qui tient moins à l'inégale proportion d'eau de cristallisation, dans les deux cas, qu'à l'influence de la forme cristalline sur le phénomène de contraction.

» La comparaison des valeurs V_1 et v_1 donne lieu à une autre remarque.

» La différence $V_1 - v_1$ reste sensiblement constante et égale à 54, nombre qui correspond aux 6 équivalents d'eau que renferment les aluns. On en conclut, ce à quoi l'on devait s'attendre tout naturellement, que, lorsqu'on fait dissoudre un alun cristallisé, le volume définitif de la solu-

---

(1) Séance du 7 octobre 1872, p. 801.

tion est le même que si l'on eût d'abord fait dissoudre l'alun anhydre, et qu'on eût ensuite simplement ajouté une quantité d'eau équivalente à celle que renferme l'alun cristallisé.

» Les aluns de chrome donnent lieu à une autre remarque : on sait que ces sels, en dissolution, sont modifiés sous l'influence de la chaleur, puisque, portés à une température voisine de l'ébullition, ils passent du violet au vert, et que ce changement d'aspect est accompagné d'un changement de constitution que nous avons signalé dans la première partie de notre travail sur les aluns (*Comptes rendus de l'Académie*, séance du 15 avril 1872) (1).

» Une modification correspondante existe pour les effets de coercition que produisent ces aluns ainsi transformés. Deux solutions normales ont été préparées avec les deux aluns violets de chrome; ces solutions, chauffées en vase clos à la température de l'ébullition, sont devenues vertes, et leurs densités, prises à la température de 22 degrés environ, ont été trouvées égales à 1,0572 et 1,0492, nombres notablement différents de 1,0604 et 1,0538, obtenus avec les dissolutions violettes avant l'action de la chaleur. La comparaison de ces nombres montre que la transformation des aluns violets est accompagnée d'une diminution dans la densité de leurs solutions, diminution qui est à peu près la même pour les deux aluns, et qui semble accuser une action coercitive moindre de la part de ces aluns transformés. En effet, tandis que les contractions désignées par $V_1 - v_1$ étaient de 7,86 et de 7,94 pour les deux aluns violets, les contractions finales, calculées d'une manière indirecte pour les solutions des aluns de chrome devenues vertes, ne sont plus que de 4,64 et 3,28 (2).

» Les nombres relatifs aux solutions normales permettent d'étendre aux

(1) Nous aurions pu faire remarquer, en parlant de la précipitation des aluns de chrome violets par le chlorure de baryum, que le sesquichlorure de chrome qui prend naissance, et qui correspond au sulfate de chrome contenu dans ces aluns, est également violet, observation qui n'est pas sans intérêt, si l'on se rappelle la grande insolubilité du sesquichlorure de chrome anhydre violet préparé par voie sèche.

(2) Au sujet de cette transformation, nous ajouterons les remarques suivantes :

1° Les éléments salins constituants des aluns de chrome étant dissociés sous l'influence de l'eau, ainsi que nous l'avons établi pour ces aluns comme pour tous les sels doubles, le sulfate de sesquioxyde de chrome est seul modifié par l'action de la chaleur, et il se transforme en sulfate de sulfochromyle; c'est donc ce dernier sel qui exerce une action coercitive moindre sur l'eau, ou qui présente une densité moindre que celle du sulfate de sesquioxyde de chrome violet.

2° Les aluns de fer pourraient bien subir à froid, sous l'influence de l'eau, la même transformation que les aluns précités subissent sous la double influence de l'eau et de la chaleur. C'est ce qui semble, jusqu'à un certain point, découler de l'interprétation des phénomènes ther-

sels de sesquioxyde et aux sels doubles, aux aluns, par exemple, les relations déjà vérifiées pour les autres sels, en ce qui concerne les modules des densités et des hauteurs capillaires (*Comptes rendus* de l'Académie, séance du 9 mai 1870, et séance du 17 août 1871). Ainsi, pour les aluns comme pour les autres sels, en considérant diverses solutions normales différant par la substitution d'une base isomorphe à une autre, chaque molécule nouvelle détermine dans la densité et dans la hauteur capillaire du liquide des variations qui dépendent uniquement de la nature de cette molécule et qui sont indépendantes des actions du même ordre exercées par les autres molécules en présence.

» La discussion des résultats inscrits dans le tableau II (1) (*voir* les colonnes qui portent le titre : *Solutions normales*) conduit à adopter les *modules* suivants, en prenant le sulfate d'ammoniaque comme point de départ :

Tableau IV.

	MODULES des densités.	MODULES capillaires.
Ammonium (Am)................	0,0000	0,0
Potassium (K)..................	0,0284	1,5
Aluminium (Al $\frac{2}{3}$)...............	0,0190	1,7
Fer (Fe $\frac{2}{3}$)......................	0,0209	1,9
Chrome (Cr $\frac{2}{3}$)...................	0,0252	2,0

» Les modules des densités sont les nombres qu'il faut ajouter à la den-

miques signalés précédemment, et qui accompagnent la dissolution des aluns de fer. C'est ce qui pourrait aussi résulter de la comparaison des nombres $V_1 - v_1$, qui mesurent les effets de contraction. En effet, les nombres 4,64 et 3,28 obtenus pour les solutions vertes des aluns de chrome se rapprochent beaucoup du nombre 4,03 (*voir* plus haut le tableau), qui mesure la contraction produite dans la dissolution à froid de l'alun de fer et d'ammonium, et du nombre 3,66, calculé théoriquement pour l'alun de fer et de potassium.

La précipitation complète de l'acide sulfurique des aluns de fer par le chlorure de baryum ne s'oppose nullement à cette manière de considérer l'action de l'eau sur ces aluns.

Enfin nous ajouterons que les cristaux de l'alun de fer et de potassium nous ont toujours donné des solutions fortement colorées et incapables de régénérer les cristaux par évaporation. Nous n'avons pu les obtenir qu'au sein d'un liquide devenu presque incolore et amené à un état de viscosité très-prononcé; de telle sorte que l'action modifiante de l'eau semblait ne plus pouvoir s'exercer.

(1) Séance du 7 octobre 1872, p. 801.

sité 1,0378 de la solution normale de sulfate d'ammoniaque pour avoir les densités des solutions normales des divers sels. Les *modules capillaires* sont les nombres qu'il faut retrancher de la hauteur 59,7, qui correspond à la solution normale de sulfate d'ammoniaque, pour obtenir les hauteurs capillaires des solutions normales des autres sels. Le tableau suivant montre la concordance qui existe entre les résultats observés et les résultats calculés au moyen des modules ci-dessus.

SOLUTIONS NORMALES des aluns.	DENSITÉ calculée.	DENSITÉ observée.	HAUTEUR calculée.	HAUTEUR observée.
Alumino-potassique............	1,0591	1,0595	58,0	58,0
Alumino-ammonique...........	1,0520	1,0521	58,4	58,4
Ferrico-potassique..............	1,0606	1,060	57,9	57,8
Ferrico-ammonique.............	1,0535	1,0535	58,3	58,3
Chromo-potassique.............	1,0638	1,0636	57,8	57,9
Chromo-ammonique............	1,0567	1,0567	58,2	58,2

» Ajoutons encore une remarque. Si l'on fait, pour chaque solution, le produit de la densité par la hauteur capillaire, on obtient des nombres qui sont inscrits dans la colonne *dh* du tableau II (1) et qui sont sensiblement les mêmes pour tous les aluns. C'est l'extension de la relation à laquelle satisfont généralement les solutions normales des sels. (*Comptes rendus* de l'Académie, séance du 8 janvier 1872.)

» Les expériences thermiques ont déjà établi que les sels doubles, et les aluns en particulier, ne pouvaient pas subsister en présence de l'eau, mais qu'ils se dédoublaient en leurs sels constituants. C'est aussi ce qui résulte de nos nouvelles expériences concernant les modules des densités et des hauteurs capillaires. En effet, d'après ce que nous avons vu, on retrouve toujours les mêmes nombres pour la densité ou la hauteur capillaire des solutions des aluns, soit qu'on les détermine directement par l'expérience en dissolvant les aluns, soit qu'on les calcule en partant des nombres fournis par la dissolution de chacun de leurs sels constituants. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur les phénomènes de fermentation et leurs rapports avec la Physiologie pathologique, à propos des études récentes de* M. F. Monoyer *sur la Zymologie.* Note de **M. C. Sédillot.**

« Les magnifiques travaux sur les ferments et les fermentations, accom-

(1) Séance du 7 octobre, page 801.

plis par les Membres de l'Académie, depuis Thenard père (1803), Cagnard de La Tour (1837), Turpin, jusqu'à MM. Pasteur (1860), Dumas, Coste, Fremy, Trécul, etc., ont ouvert les plus larges horizons à la Physiologie et à la Pathologie générales.

» M. Pasteur avait laissé à Strasbourg des traces trop profondes de son enseignement pour y être oublié, et la Faculté de Médecine couronnait, en 1862, la Thèse sur les fermentations, de M. Monoyer, dont le Mémoire actuel est la suite et le développement. La question des ferments et des fermentations touche aux extrêmes limites des phénomènes chimiques et biologiques, et les anciens chimistes, comme l'a rappelé M. Chevreul, avaient souvent comparé la germination et la multiplication des plantes à la fermentation et à la multiplication des ferments. M. Dumas a fait remarquer à l'Académie que les ferments produisent des phénomènes de même ordre que ceux qui caractérisent l'accomplissement régulier des actes de la vie; et il disait encore, à l'occasion d'une des dernières communications de M. Pasteur sur le rôle des cellules en général, considérées comme agents de fermentation, que ces faits pourraient bien faire époque dans l'histoire de la Physiologie générale. (*Comptes rendus* du 7 octobre 1872.) Tout le monde comprend comment, en face de problèmes si élevés, la discussion engagée entre des savants aussi éminents que MM. Fremy et Pasteur excite une attention universelle.

» L'Académie a suivi avec trop d'intérêt les observations et les expériences si multipliées, si précises et si ingénieuses qui lui ont été présentées sur le panspermisme, l'hétérogénie ou les générations spontanées, pour les rappeler ici.

» Les ferments insolubles ou vivants (organismes ferments), les seuls admis par M. Pasteur, appartiennent aux deux règnes végétal et animal (algues, champignons, infusoires, vibrions), et le nombre en semble fort considérable, puisque l'un de nos anciens collègues de Strasbourg, M. Engel, a pu distinguer sept espèces de ferments alcooliques, dont six appartiennent au genre *saccharomices* et une au genre *carpozyma*. (*Comptes rendus*, 16 février 1872.)

» Les ferments solubles, dont l'exemple le plus frappant est la *diastase*, ont été considérés par M. Fremy comme une sorte de matière *hémi-organisée*, et il semblerait même résulter de quelques faits récents, signalés par M. Monoyer, et qui ont besoin d'être confirmés, que si l'on enlève, par la dialyse, les produits de la fermentation au fur et à mesure de leur formation, le ferment soluble continuerait à agir indéfiniment,

comme le ferment vivant dans les mêmes conditions. Cette disposition, bien connue pour les fermentations alcooliques, paraît également démontrée par M. Davaine pour les ferments de la putréfaction. Cet habile expérimentateur, dont l'Académie connaît les beaux travaux sur les maladies charbonneuses et septicémiques, a entrepris des recherches du plus haut intérêt sur la nocuité croissante des ferments putrides, en raison du nombre de leurs transmissions d'un animal à un autre, particulièrement de la même espèce.

» La découverte de cette importante propriété, appelée très-probablement à éclairer l'histoire des épidémies et de quelques maladies virulentes et contagieuses, est due à deux de nos anciens collègues de Strasbourg, MM. Coze et Feltz, dont les recherches ont été si justement appréciées et couronnées par l'Académie.

» M. Davaine a constaté qu'à la vingt-cinquième transmission, et souvent beaucoup plus tôt, le ferment ou les ferments devenaient mortels à la dose d'un millionième, d'un billionième, d'un trillionième et d'un quatrillionième de goutte de sang infecté. Ces résultats prodigieux, au premier abord, ont été obtenus sur des lapins, animaux d'une extrême impressionnabilité aux agents toxiques, et notre savant confrère M. Bouley s'en est déclaré le témoin convaincu.

» Ces actions énergiques, à doses infinitésimales, n'ont rien, en y réfléchissant, d'inadmissible. M. Dumas ne nous a-t-il pas dit que si l'on essayait d'exprimer le chiffre des cellules de levûre et de leurs analogues, employées, pendant une seule année, à la panification et aux fermentations alcooliques, on ferait reculer même les astronomes (*Comptes rendus,* 6 août 1872); vitesses, distances, nombres et grandeurs sont des idées avec lesquelles on commence à peine à se familiariser, et la science sert à nous ramener, chaque jour, à l'infini.

» Un autre problème, d'une valeur médicale inappréciable, est celui de la destruction des ferments portés dans les organismes vivants. On connaît une foule de corps et de composés susceptibles d'agir sur les ferments et de modifier, de suspendre et de prévenir les fermentations. Tels sont : le borax, le borate de soude, le silicate de potasse, les sulfites, l'acétate de potasse, les acides plus ou moins concentrés, l'acide phénique, le sulfate de quinine, le chlore, les chlorures, l'eau oxygénée, l'ozone, etc. Deux jeunes savants auxquels on doit déjà d'importants travaux, MM. A. Rabuteau et F. Papillon, ont dernièrement communiqué à l'Académie leurs expériences sur l'action et les propriétés physiologiques du silicate de soude. Il serait

trop long de citer toutes les substances antifermentescibles mises en usage comme prophylactiques ou comme médicamenteuses. Les succès, dans ce dernier cas, ont été jusqu'à présent fort rares et très-contestés, et la raison en est facile à concevoir. Le ferment doit être attaqué, annihilé ou détruit sans nuire à l'organisme ou *milieu intérieur,* selon l'heureuse expression de M. C. Bernard, et ce milieu exerce une action perturbatrice difficile à apprécier.

» Au moment où les injections hypodermiques d'acide phénique étaient préconisées contre les septicémies, nous les avons vu assez fréquemment essayer, et nous les avons tentées sans avantages apparents. Sur un de nos malades, auquel des injections sous-cutanées d'acide phénique avaient été pratiquées et dont nous fîmes la nécropsie avec l'aide de M. le professeur Coze, nous trouvâmes dans le sang, quelque temps après la mort, des granulations ou corpuscules brillants et des bactéridies qui avaient conservé leur mobilité. Ce sont là des questions à l'étude et aujourd'hui soumises aux expérimentations les plus attentives et les plus multipliées, et l'on peut certainement en espérer des résultats importants, quoique les découvertes de l'art aient presque toujours précédé celles de la science dans le domaine médical. La vaccine ne laisse aucun doute sur la possibilité d'introduire dans l'économie un agent capable d'annihiler les effets d'un élément virulent et contagieux. Les mêmes observations peuvent se renouveler, et l'on s'est depuis longtemps demandé si le mercure et ses préparations n'auraient pas quelque propriété de ce genre.

» Les recherches zymologiques depuis longtemps entreprises et poursuivies, et les expériences récentes de MM. Davaine, Chauveau, Colin, celles de M. Bouley, répétées par un grand nombre de savants, sont, à ces divers points de vue, du plus grand intérêt, et conduiront sans aucun doute à des notions plus précises et plus complètes.

» La Faculté de Médecine de Strasbourg, représentée par MM. Coze, Feltz, Engel et Monoyer, dont on ne saurait trop encourager les travaux, a pris une part très-honorable à ces remarquables études, et nous ne doutons pas qu'elle ne continue brillamment à Nancy ses doctrines, ses enseignements et ses traditions pendant son douloureux exode. »

M. **Tresca** demande l'ouverture d'un pli cacheté qui a été déposé par lui le 9 septembre 1870, et qui a été inscrit sous le n° 2571.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel, contient la constatation du lieu dans lequel M. le général Morin et M. Tresca avaient

déposé, pendant les événements de 1870, les étalons du mètre et du kilogramme appartenant au Conservatoire des Arts et Métiers. Il portait mention que l'ouverture en pourrait être faite par l'Académie, à une date déterminée, de manière à assurer, en tout cas, le retour de ces étalons à l'État.

MÉMOIRES LUS.

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Valeur des caractères tirés de la structure de la tige, pour la classification des Bignoniacées.* Note de M. **Ed. Bureau.**

« Les botanistes sont préoccupés, depuis plusieurs années, d'une question dont l'Académie des Sciences elle-même a reconnu l'importance, en la mettant pour ainsi dire à l'ordre du jour.

» Il s'agit de savoir jusqu'à quel point la structure des organes de la végétation, et particulièrement de la tige, est en rapport avec la configuration de la fleur et du fruit; si cette structure peut servir à reconnaître des espèces, des genres, des tribus, des familles; autrement dit, si les caractères qui servent à déterminer les affinités naturelles des plantes doivent continuer à être presque exclusivement tirés de l'examen des organes servant à la reproduction de l'espèce, ou bien si les résultats fournis par la forme et la composition des organes affectés à la vie de l'individu doivent être pris, pour l'établissement des différents groupes, en plus sérieuse considération.

» La solution d'un tel problème exigera une longue série de travaux spéciaux et le concours de nombreux botanistes; mais, en se bornant à certains organes et à certains groupes de plantes bien choisis, il n'est pas impossible d'avoir assez promptement quelques résultats partiels.

» Pour ce qui est de la tige, remarquons tout d'abord que les caractères qu'elle présente varient, dans certains cas, considérablement suivant l'âge. Règle générale : plus les tiges de plantes différentes sont jeunes, et plus elles se ressemblent; plus elles sont vieilles, et plus elles diffèrent, plus les caractères qui leur sont propres s'accusent et deviennent faciles à apprécier et à exprimer.

» Donc, si l'on veut, au début de recherches de ce genre, écarter les difficultés trop grandes et procéder graduellement, il faut éviter de prendre pour sujet d'examen des groupes formés surtout de plantes annuelles ou herbacées, dont la vie est courte, et dans la tige desquelles des différences profondes n'ont pas le temps de se montrer.

» Mais parmi les familles composées de plantes ligneuses, et particuliè-

rement d'arbres, il y a encore un choix à faire. La plupart des arbres européens rentrent dans la grande catégorie des Amentacées, et les Amentacées, de l'aveu de tous les botanistes, ne forment point un groupe naturel. L'opinion exprimée par M. Brongniart, dans son *Énumération des genres de plantes cultivées au Muséum*, a été sur ce point unanimement adoptée, et les Amentacées sont regardées maintenant comme des formes dégradées se rattachant à divers types plus parfaits d'organisation.

» Ce sont donc les familles composées de plantes ligneuses exotiques qui nous offriront les sujets d'études les plus convenables pour le but que nous nous proposons, et particulièrement les familles qui renferment un grand nombre de lianes, plantes dans lesquelles le type habituel des Dicotylédones présente les modifications les plus profondes et les plus variées. Telles sont les familles des Malpighiacées, des Sapindacées, des Ménispermées et des Bignoniacées.

» M'occupant depuis longtemps d'une monographie de ce dernier groupe, j'ai dû apporter une attention spéciale à l'étude des tiges.

» Des recherches faites sur ma demande par MM. Correa de Mello et Glaziou au Brésil, Hahn à la Martinique et Lévy au Nicaragua m'ont permis d'étudier environ cent cinquante espèces de bois de Bignoniacées exactement déterminées. Grâce à ces matériaux abondants, on peut affirmer désormais ce que Gaudichaud, en 1841, et Adrien de Jussieu, en 1843, n'avaient pu qu'entrevoir. Il est certain maintenant que la structure de la tige de ces lianes est dans un rapport constant avec l'organisation de la fleur. Cette tige ne m'a offert, il est vrai, aucun caractère de famille, c'est-à-dire se retrouvant dans les Bignoniacées arborescentes et n'existant pas dans les familles voisines; mais elle caractérise souvent des espèces, parfois des groupes supérieurs aux genres, et elle fournit pour chaque genre des caractères excellents.

» Je dépasserais de beaucoup l'étendue d'une simple Note si je donnais ici le tableau des genres de Bignoniacées grimpantes classés d'après la structure de la tige. Ce tableau, du reste, sera prochainement imprimé dans les Bulletins de la Société Botanique de France. Je dois seulement indiquer quels sont les caractères principaux que j'ai dû prendre en considération et qui m'ont permis de le dresser. Toutes les Bignoniacées pourvues de griffes ou de cirrhes présentent sur une coupe transversale de la tige des saillies intérieures de l'écorce, qui s'enfoncent plus ou moins profondément dans le bois. Dans certains genres ces saillies sont au nombre de quatre, quel que soit l'âge de la tige; dans d'autres, elles augmentent de nombres sui-

vant la progression 4, 8, 16, 32. Ces prolongements corticaux s'accroissent tantôt par le sommet seulement, comme dans les *Arrabidæa,* tantôt à la fois par leur sommet et par leurs bords. Il y a alors, en même temps qu'un allongement, un élargissement qui présente différents traits caractéristiques. Chaque saillie corticale prend la forme d'un coin dont les bords sont taillés en escalier, et chaque marche peut comprendre, soit l'intervalle entre deux rayons médullaires consécutifs, soit plusieurs intervalles de rayons médullaires. Dans quelques genres, le bois présente lui-même un élargissement transversal qui interrompt et oblitère les prolongements corticaux. La structure de l'écorce est très-variée : la plupart du temps elle contient de belles cellules à grillages; parfois cependant elle en est dépourvue. Dans les *Adenocalymma* et les genres du même groupe on voit, dans la couche herbacée ou sous l'épiderme, des cellules à parois très-épaisses et dont la position varie d'un genre à l'autre. Enfin la pénétration réciproque du bois et de l'écorce peut être plus ou moins compliquée, et dans les *Bignonia* proprement dits et genres voisins, l'enchevêtrement devient tel qu'il serait impossible de détacher d'un point quelconque de la tige un petit fragment, eût-il à peine un demi-centimètre cube, qui ne contînt pas à la fois du bois et de l'écorce.

» Un fait très-remarquable, que rien jusqu'ici ne pouvait faire soupçonner, nous a été fourni par l'examen de tiges très-vieilles: les tiges de Bignoniacées appartenant à un certain nombre de genres, après avoir présenté pendant assez longtemps la disposition cruciale et la subdivision dichotomique particulière aux lianes de cette famille, finissent par subir des modifications qu'on croyait propres à des lianes de familles toutes différentes. Ainsi les vieilles tiges d'*Amphilophium* ressemblent à des tiges de *Banisteria* (Malpighiacées); celles du genre *Callichlamys* offrent des couches ligneuses latérales, comme celles des *Cocculus* et des *Cissampelos* (Ménispermées); celles du genre *Anisostichus* ont dans l'épaisseur de l'écorce des corps ligneux cylindriques, comme on en voit dans les *Serjania* (Sapindacées); enfin les tiges de l'*Haplolophium* et du *Glaziovia* sont formées d'anneaux successifs et concentriques de bois et d'écorce, comme celles des *Gnetum* et du *Wisteria sinensis*. Il y a donc un rapport, un lien entre ces structures si distinctes les unes des autres en apparence, et il me paraît bien probable qu'on arrivera à rattacher toutes les formations anomales des tiges de lianes à une même loi de développement. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE. — *Extension de la méthode de Cauchy à l'étude des intégrales doubles, ou théorie des contours élémentaires dans l'espace* (suite et fin). Mémoire de **M. Max. Marie**. (Extrait par l'Auteur.)

(Commissaires précédemment nommés : MM. Bertrand, O. Bonnet, Puiseux.)

» Il s'agit maintenant de constituer un système fermé (φ, φ_1) enveloppant une suite fermée μ de solutions des équations du contour apparent et ne comprenant aucune solution de ces équations.

» Soit $x = a + b\sqrt{-1}$, $y = a' + b'\sqrt{-1}$ une solution de l'équation $F(x, y) = 0$ du contour apparent, résultée de l'élimination de z entre $f(x, y, z) = 0$ et $\frac{df}{dz} = 0$; cette solution satisfera à une certaine équation du premier degré $y = mx + n$, que l'on formera en déterminant m et n par les deux conditions

$$a' = ma + b \quad \text{et} \quad b' = mb.$$

Assujettissons les deux parties réelle et imaginaire de $x = \alpha + \beta\sqrt{-1}$ à satisfaire à la condition

$$(\alpha - a)^2 + (\beta - b)^2 = \rho^2,$$

ρ étant aussi petit qu'on le voudra; déterminons ensuite y par l'équation $y = mx + n$, et supposons que z ait la valeur de l'une des deux racines presque égales de l'équation $f(x, y, z) = 0$. Si l'on en fait autant pour chaque solution comprise dans la suite μ, en supposant toutefois que le chemin parcouru par x autour du point (a, b) suffise pour produire la permutation des deux valeurs de z infiniment voisines, on aura un système fermé de solutions de l'équation $f(x, y, z) = 0$, enveloppant la suite μ, n'en enveloppant aucune autre et ne comprenant aucune solution des équations du contour apparent.

» L'intégrale correspondant à ce système tendrait vers zéro avec ρ; mais imaginons maintenant qu'après avoir pris pour chaque solution

$$x = a + b\sqrt{-1}, \quad y = a' + b'\sqrt{-1}$$

de la suite μ une seulement

$$x = a_1 + b_1\sqrt{-1}, \quad y = a'_1 + b'_1\sqrt{-1}$$

des solutions des équations

$$(\alpha - a)^2 + (\beta - b)^2 = \rho^2,$$
$$y = mx + n,$$

ou rejoigne cette solution à un système fixe

$$x = a_0 + b_0\sqrt{-1}, \quad y = a'_0 + b'_0\sqrt{-1}$$

de valeurs de x et de y, enveloppé par la suite μ : la ligne de raccord devra être définie par trois équations entre α, β, α' et β', afin qu'il ne reste qu'une variable indépendante, et comme l'équation du contour apparent, $F(x, y) = 0$, en donnerait deux, cette ligne de raccord pourra être choisie d'une infinité de manières différentes, de façon qu'elle ne comprenne aucune solution de $F(x, y) = 0$.

» Si x et y partaient des valeurs choisies parmi les solutions des équations

$$(\alpha - a)^2 + (\beta - b)^2 = \rho^2$$
$$y = mx + n,$$

z ayant alors l'une des deux valeurs infiniment voisines qui y correspondent, et que x et y tendissent vers $a_0 + b_0\sqrt{-1}$, et $a'_0 + b'_0\sqrt{-1}$, z, assujetti à la continuité, tendrait vers une valeur $a''_0 + b''_0\sqrt{-1}$. Si z était parti de son autre valeur infiniment voisine de la précédente, il serait parvenu à une autre valeur $a''^1_0 + b''^1_0\sqrt{-1}$ plus ou moins différente de $a''_0 + b''_0\sqrt{-1}$. Si la solution $a + b\sqrt{-1}$, $a' + b'\sqrt{-1}$ variait le long de la suite μ, et qu'on recommençât les deux mêmes opérations, on ne retrouverait toujours pour valeurs finales de z que $a''_0 + b''_0\sqrt{-1}$ ou $a''^1_0 + b''^1_0\sqrt{-1}$, parce que les valeurs que prendrait z le long de deux lignes de raccord infiniment voisines seraient toujours infiniment peu différentes.

» Cela posé, imaginons que nous partions de $x = a_0 + b_0\sqrt{-1}$, $y = a'_0 + b'_0\sqrt{-1}$, $z = a''_0 + b''_0\sqrt{-1}$; que les x et les y s'épanouissent le long des lignes de raccord, de manière à arriver en même temps à leurs valeurs $a_1 + b_1\sqrt{-1}$, $a'_1 + b'_1\sqrt{-1}$: les z prendront des valeurs $a''_1 + b''_1\sqrt{-1}$, infiniment voisines des racines doubles des équations

$$f(a + b\sqrt{-1},\ a' + b'\sqrt{-1},\ z) = 0;$$

faisons alors varier les x dans les cercles

$$(\alpha - a)^2 + (\beta - b)^2 = \rho^2,$$

et les y dans les plans

$$y = mx + n,$$

de façon que tous les x reviennent en même temps à leurs valeurs $a_1 + b_1\sqrt{-1}$, d'où il résultera que les y reviendront en même temps à leurs valeurs $a'_1 + b'_1\sqrt{-1}$: toutes les valeurs de z se seront échangées avec leurs infiniment voisines.

» Ramenons alors tous les x et tous les y respectivement à $a_0 + b_0\sqrt{-1}$ et $a'_0 + b'_0\sqrt{-1}$, en suivant les mêmes lignes de raccord pour les x et les y, mais avec des valeurs différentes de z, tous les z arriveront en même temps à la valeur $a''^1_0 + b''^1_0\sqrt{-1}$, et le système de valeurs de x, y et z se fermera.

» L'intégrale définie correspondant à ce parcours sera une des périodes de l'intégrale indéfinie $\Sigma z\,dx\,dy$, mais elle pourra être nulle ou finie, et il s'agit de distinguer les deux cas.

» Nous commencerons par établir, ce qui est le point saillant de la théorie, que les intégrales définies, relatives à deux suites μ et μ' voisines, auront identiquement même valeur. En effet, les points de deux pareilles suites pourraient être raccordés entre eux par des lignes le long desquelles z aurait constamment deux valeurs égales, et si c'est par exemple la suite μ qui enveloppe la suite μ', pour rejoindre les points $x = a_1 + b_1\sqrt{-1}$, $y = a'_1 + b'_1\sqrt{-1}$, $z = a''_1 + b''_1\sqrt{-1}$, correspondant à cette suite μ, au point $x = a_0 + b_0\sqrt{-1}$, $y = a'_0 + b'_0\sqrt{-1}$, $z = a''_0 + b''_0\sqrt{-1}$, intérieur à l'une et à l'autre, on pourra côtoyer à une distance infiniment petite, entre μ et μ', les lignes le long desquelles z aurait constamment des valeurs doubles, et il arrivera de là que z recevant, dans l'aller, de μ' à μ, un système de ses valeurs presque doubles, pour prendre ensuite dans le retour, de μ à μ', le système de ses autres valeurs infiniment voisines des précédentes, l'accroissement qu'aura subi l'intégrale, en allant de μ' à μ et en revenant de μ à μ', pourra être rendu aussi petit qu'on le voudra. La différence serait exactement compensée si l'on substituait réellement le parcours relatif à μ' au parcours relatif à μ.

» Cela posé, si une suite μ n'enveloppe aucun point critique de $F(x, y) = 0$, elle pourra être réduite à rien, sans avoir cessé d'appartenir au lieu $F(x, y) = 0$, et l'intégrale correspondante sera nulle.

» Si elle enveloppe un seul point critique de $F(x, y) = 0$, elle pourra être réduite à ce point sans avoir cessé d'appartenir au lieu $F(x, y) = 0$, et l'intégrale correspondante sera encore nulle.

» Mais si elle enveloppe deux points critiques de $F(x, y) = 0$, autour

desquels y échangerait deux de ses valeurs, la suite μ ne poura se réduire qu'à une suite fermée passant par ces deux points critiques, et à l'intérieur de laquelle z ne saurait plus prendre que des valeurs inégales, de sorte que l'intégrale aura nécessairement une valeur finie.

» Les dispositions que nous avons prises dans ce qui précède avaient pour objet d'arriver le plus promptement possible à la détermination de la période correspondant à une branche définie μ du contour apparent. Si l'on voulait obtenir les analogues exacts des contours élémentaires imaginés par M. Puiseux, il faudrait relier toutes les branches du contour apparent aux points de la surface correspondant à un même système de valeurs de x et de y, par exemple aux points d'intersection de la surface avec l'axe des z. La partie de l'intégrale qui correspondrait à la portion du chemin conique extérieur à la nappe de la surface entourée par une branche μ, cette partie de l'intégrale serait nulle d'elle-même, parce que, dans cette portion du chemin, z prendrait les mêmes valeurs en allant et en revenant. »

PHYSIQUE. — *Sur les anneaux colorés produits dans le gypse par la pression, et sur leur connexion avec l'ellipsoïde des conductibilités thermiques et avec les clivages;* Note de **M. Ed. Jannettaz.**

(Renvoi à la Section de Physique, à laquelle M. Delafosse est prié de s'adjoindre.)

« Sur une plaque de verre à surface bien plane, j'ai mis une lame de gypse, détachée par le clivage d'une de ces masses transparentes et souvent très-pures, que l'on trouve en cristaux lenticulaires, groupés deux à deux, aux environs de Paris. Je voulais y percer un trou : j'avais pour instrument une aiguille assez fine, fixée au bout d'un manche. Je faisais tourner lentement l'aiguille entre les doigts, en suivant toujours le même sens, en maintenant l'aiguille perpendiculaire à la face de clivage, en exerçant enfin une pression modérée, mais croissante, sur cette face. A un certain moment, je vis un feuillet mince se détacher de la lame ; et sous ce feuillet supérieur apparurent des anneaux colorés, concentriques, ayant tous la forme d'ellipses très-régulières, et ayant le trou pour centre. Le grand axe de ces ellipses était incliné d'environ 17 degrés sur le clivage p, ou fibreux.

» Sur quatre lames différentes j'ai déterminé la formation de courbes orientées de la même manière; mais, sur un assez grand nombre, j'ai remarqué un fait curieux : c'est que, dans le cas où l'aiguille est inclinée sur

la face g^1, on produit d'autres séries d'anneaux colorés, dont les axes n'ont plus la même orientation. Il est facile de reconnaître que ces courbes sont généralement des ellipses; mais les unes ont leurs axes nettement parallèles au clivage p, et celles-là sont plus allongées que les précédentes; dans quelques autres plus déprimées, le grand axe tend à se diriger parallèlement au clivage vitreux h^2. J'adopte ici la forme primitive proposée par M. Descloizeaux, c'est-à-dire un prisme rhomboïdal oblique de 111°22′, dont la base est inclinée sur les pans de 119°27′, et de 114°9′ sur la face verticale h^1.

» Que peut-on conclure de ces observations? Il me paraît évident que les molécules du plan g^1 se séparent plus facilement l'une de l'autre suivant les directions p, h^1, que suivant des directions différentes. Pour séparer deux files de molécules adjacentes, perpendiculaires à l'un des clivages, il faut exercer un effort plus considérable sur le plan qui les contient; il en résulte un rapprochement plus grand des molécules de ce plan, par rapport au plan parallèle sous-jacent. Mais ce rapprochement donne lieu aussi à un écart plus grand de la file qui s'infléchit. Par conséquent, si l'on appuie sur un plan du point g^1, et que l'on produise ainsi une flexion de toutes les files de molécules de ce plan, autour du point pressé, pour atteindre au même écart d'un feuillet de la lame et de ses feuillets inférieurs, il faut parvenir à une distance plus grande dans la direction d'un clivage que dans les autres. Et comme la teinte uniforme d'un même anneau coloré correspond partout au même écart des feuillets, entre lesquels on la voit se manifester, il est clair que les petits axes des ellipses indiquent les directions de deux maxima de cohésion des molécules, et leurs grands axes, celles des deux minima, parallèlement au plan g^1.

» Les grands axes qui mesurent ces minima étant inégaux, leur résultante est plus rapprochée du plus grand; c'est à 17 degrés de la face p, à 49 degrés environ de la face h^1, qu'elle me paraît placée.

» Ce qu'il y a de remarquable dans cette orientation, ce qui lui donne un haut degré de certitude, c'est que ces axes des ellipses, dessinées par les couleurs dues aux interférences de la lumière naturelle, coïncident avec ceux des ellipses de conductibilité thermique.

» Il est vrai qu'en chauffant des plaques de gypse, parallèles au plan de clivage g^1, à l'aide d'une tige métallique, perpendiculaire à ses deux faces, de Sénarmont a donné une valeur de 15 degrés à la distance angulaire du clivage fibreux et du grand axe de l'ellipse des conductibilités; mais en

employant une tige chauffée par la vapeur d'eau comme source calorifique, j'ai obtenu 17 degrés comme moyenne de dix mesures de cet angle.

» J'ai eu l'occasion de voir se vérifier souvent cette relation des clivages et des axes de l'ellipsoïde des conductibilités. Dans la barytine, dans le mica, les axes sont d'autant plus grands que le clivage est plus facile; mais cette loi se trouve souvent renversée, par suite de la position de l'atome métallique dans la molécule. »

ZOOLOGIE. — *Études sur les types ostéologiques des poissons osseux; par* **M. C. Dareste.** (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Zoologie.)

« La classification des poissons osseux, malgré les travaux de Cuvier, de Valenciennes, de Müller, de M. Agassiz, est, encore aujourd'hui, une œuvre inachevée. Ces illustres naturalistes ont réparti, avec plus ou moins de succès, les genres si nombreux de la division des poissons osseux en un certain nombre de familles naturelles; mais ils ont été moins heureux dans leurs tentatives de répartition de ces familles en ces groupes d'un rang plus élevé, que l'on appelle des *ordres*. Ici nous sommes obligé de reconnaître qu'ils n'ont employé que des caractères artificiels, comme l'attache des nageoires abdominales, ou la nature des rayons des nageoires, comme la structure des écailles, et que, par conséquent, ils n'ont obtenu que des résultats provisoires.

» J'ai pensé qu'il serait possible de grouper les familles des poissons osseux en ordres naturels, en déterminant leurs affinités par la constatation des divers types ostéologiques que l'on observe dans ces familles. En effet, comme l'a montré de Candolle pour le règne végétal, ce qui caractérise essentiellement les êtres qui appartiennent à ce même groupe, c'est la ressemblance qu'ils présentent avec un certain type, c'est-à-dire avec une certaine forme générale, résultant d'un ensemble de modifications corrélatives.

» Or, dans les animaux vertébrés, le squelette, qui est le principal élément de la forme, est, par cela même, la partie de l'être qui représente le plus manifestement l'empreinte du type. Ces vues ont été déjà présentées, il y a trente ans, par M. Agassiz, dans son célèbre travail sur les poissons fossiles de l'île de Sheppy. Mais M. Agassiz n'a cherché, dans ce travail, qu'à montrer comment certains groupes naturels de poissons peuvent être caractérisés par la disposition de leur tête osseuse : il n'a pas cherché à étendre ce travail à toute la classe. Reprenant aujourd'hui de semblables

études, et désirant leur donner le plus haut degré possible de généralité, je rappelle que c'est à M. Agassiz que je dois les premières indications de mon travail.

» Ce travail est encore fort incomplet, par suite de l'insuffisance des matériaux dont j'ai pu disposer. Mais, en attendant que je puisse la compléter, je puis signaler dès à présent un certain nombre de résultats, qui sont fondés sur de longues et minutieuses comparaisons, et qui me paraissent très-nettement établis.

» Dans la première partie de ce travail, j'établis les caractères de cinq types ostéologiques bien distincts, et qui, dans ma pensée, doivent former les caractères de cinq ordres. Ne pouvant entrer ici dans de trop grands détails, je me contenterai de caractériser ces cinq types ostéologiques par l'indication de leurs traits les plus saillants.

» *Premier type.* — Ce type appartient aux Acanthoptérygiens de Cuvier, aux Malacoptérygiens abdominaux, moins les Siluroïdes, les Cyprinoïdes et les Mormyres; aux Malacoptérygiens subbrachiens, aux *Ophidium* parmi les Malacoptérygiens apodes, aux Plectognathes; il est par conséquent de beaucoup le plus répandu. Comme, par suite de ce fait, presque tout ce que l'on a dit de général sur l'ostéologie des poissons se rattache à des formes dérivées de ce type, il est inutile de le décrire longuement. Je me contenterai donc de signaler deux faits caractéristiques : d'abord les ailes orbitaires et le sphénoïde antérieur sont généralement très-petits, et ne s'unissent point au sphénoïde postérieur pour prolonger la cavité crânienne jusqu'aux frontaux antérieurs. Il résulte de cette disposition que le crâne présente en avant deux prolongements considérables et isolés l'un de l'autre, le prolongement supérieur formé par les frontaux principaux, le prolongement inférieur formé par le sphénoïde postérieur. De plus, l'interpariétal sépare constamment les pariétaux, et vient s'articuler en avant avec les frontaux principaux. C'est dans ce type que l'on voit fréquemment le crâne surmonté de crêtes verticales souvent très-considérables.

» Un fait bien curieux, mais tout à fait inexplicable, c'est que, à un très-petit nombre d'exceptions près, la plupart des poissons marins se rattachent à ce groupe.

» *Deuxième type : les Murénoïdes.* — Ici les ailes orbitaires viennent s'articuler au sphénoïde postérieur, et prolongent un peu la cavité du crâne en avant; mais le sphénoïde antérieur est très-petit, ou manque même complétement. Les pariétaux ne sont point séparés par l'interpariétal, qui, par conséquent, n'a aucune relation avec les frontaux principaux. Les mastoï-

diens s'interposent complétement entre les frontaux principaux et les frontaux postérieurs. Les occipitaux externes ne présentent point de crête. Les frontaux antérieurs, qui restent cartilagineux, s'unissent aux intermaxillaires au lieu de s'unir aux palatins. De la partie moyenne des frontaux principaux descend un ligament, quelquefois ossifié, qui vient aussi s'unir aux intermaxillaires, et qui forme une sorte de cloison postérieure de l'orbite, fait exceptionnel dans la classe des poissons.

» *Troisième type : les Cyprinoïdes.* — La cavité crânienne se prolonge jusqu'à l'ethmoïde et aux frontaux antérieurs, d'abord par le développement des ailes orbitaires, qui ne descendent pas cependant jusqu'au sphénoïde postérieur; puis par le sphénoïde antérieur qui unit complétement le sphénoïde postérieur aux frontaux principaux. Les pariétaux, comme dans le type précédent, ne sont point séparés par l'interpariétal. Des deux côtés de la région postérieure du crâne partent des prolongements osseux formés par les occipitaux latéraux, les occipitaux externes et les mastoïdiens, prolongements qui forment les parois de deux fosses assez profondes. Les occipitaux latéraux sont toujours percés de larges trous, plus grands que le trou vertébral.

» Les *Cobitis* appartiennent très-probablement à ce type; mais je n'ai pu, par suite de l'insuffisance de matériaux, m'en assurer d'une manière satisfaisante.

» *Quatrième type : les Mormyres.* — Ces poissons, que Cuvier rapprochait des Esoces, et Valenciennes des Clupées, ont un type crânien tout à fait à part. Tandis qu'ici, comme chez les Cyprinoïdes, la cavité crânienne se prolonge jusqu'à l'ethmoïde, l'aile palatine et l'aile temporale sont attachées au sphénoïde postérieur dans toute leur longueur; la première par le ptérygoïdien interne, la seconde par le tympanal. Les pariétaux sont unis sur la ligne médiane et ne sont point séparés par l'interpariétal. Les mastoïdiens s'écartent postérieurement des occipitaux externes, et laissent entre eux un espace considérable, occupé par un os particulier qui est très-probablement le rocher, mais que je n'ai pu déterminer d'une manière certaine. Les frontaux antérieurs n'existent pas, du moins à l'état osseux. Ces caractères particuliers de la tête sont d'autant plus remarquables, que les Mormyres semblent se distinguer de tous les autres poissons par la structure particulière de leur encéphale.

» Les *Gymnarchus*, que Cuvier plaçait dans les Malacoptérygiens apodes, à côté des Gymnotes, possèdent très-exactement la même conformation du crâne, et doivent, par conséquent, prendre place à côté des Mormyres.

» *Cinquième type : les Siluroïdes.* — Ce type, le plus éloigné du type des poissons ordinaires, le plus *aberrant*, pour employer l'expression des naturalistes, est caractérisé par la fermeture complète du prolongement antérieur de la cavité crânienne, par l'absence des pariétaux (probablement soudés avec l'interpariétal), par la disposition des frontaux antérieurs qui prennent place à la face supérieure du crâne, des deux côtés de l'ethmoïde, et en avant des frontaux principaux; par l'interposition complète des frontaux postérieurs entre les frontaux principaux et les mastoïdiens; par les expansions latérales que forment les frontaux principaux, les frontaux postérieurs, les mastoïdiens et les sus-scapulaires des deux côtés de la cavité crânienne, par la constitution de l'aile temporale, où manque le tympanal et le symplectique, et où le préopercule est très-réduit; par le défaut d'ossification de l'interopercule qui reste toujours à l'état de ligament ou de cartilage. Ce type est d'ailleurs très-diversifié, et les formes qui s'y rattachent devront être scindées en un certain nombre de types d'ordre secondaire.

» Les caractères si tranchés du type des Siluroïdes ont engagé depuis longtemps M. Agassiz à séparer ces poissons des autres poissons osseux, pour les rattacher à la division des Ganoïdes. Je ne suis pas, pour le moment, en mesure de discuter cette opinion : je ferai seulement remarquer que les Siluroïdes diffèrent beaucoup des Ganoïdes osseux actuellement vivants, tels que le Polyptère et le Lépidostée ; que, de plus, ils présentent souvent certains caractères de détail, qui les rapprochent des Cyprinoïdes. C'est ainsi que l'on retrouve chez les *Synodontis* les trous des occipitaux latéraux si remarquables chez les Cyprinoïdes.

» Nous avons donc ainsi, dans les poissons osseux, cinq types bien tranchés, qui deviennent, je le pense, autant d'ordres, c'est-à-dire de divisions supérieures aux familles. Je dois ajouter que, très-probablement, ils ne seront pas les seuls. Les *Ophicéphales*, que Cuvier plaçait à la suite des poissons à pharyngiens labyrinthiformes, pourraient bien former un type à part, qui serait caractérisé d'une part par la prolongation de cavité crânienne en avant, et de l'autre par l'intercalation de l'interpariétal entre les pariétaux et même entre la partie postérieure des frontaux principaux. Les *Gymnotes* sont également très-différents des vraies Murénoïdes, et aussi des *Gymnarchus*, par un certain nombre de caractères. Mais les matériaux dont je puis disposer actuellement sont trop insuffisants pour me permettre d'établir pour ces poissons deux types ostéologiques spéciaux.

» En terminant cette première partie de mon travail, je dois rappeler

que j'ai toujours employé la nomenclature ostéologique de Cuvier. Je sais bien que plusieurs de ses dénominations ont été contestées; mais je crois que la détermination exacte des pièces osseuses des animaux vertébrés ne pourra résulter que de l'étude complète du développement de ces animaux. En attendant que, sur ce point, la lumière se fasse, j'emploie la nomenclature de Cuvier, comme étant la plus généralement adoptée. »

M. P.-J. Mégnin adresse un « Mémoire zoologique, anatomique et physiologique sur les trois acariens psoriques du cheval ».

Ce Mémoire a été présenté dans la séance précédente, au nom de l'auteur, par M. Bouley.

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et Chirurgie, fondation Montyon, pour 1873.)

MM. Chevallier adressent une nouvelle Communication relative à l'opportunité qu'il y aurait à profiter de l'établissement du monopole de la fabrication des allumettes en France, pour fabriquer exclusivement des allumettes au phosphore amorphe.

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

M. Pollard adresse un Mémoire relatif à l'emploi de la tension de l'ammoniaque liquide, comme force motrice pour la navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. Chatelain adresse une Note relative à un remède contre le *Phylloxera*.

(Renvoi à la Commission.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Éléments et coordonnées de la planète* (123). Lettre de M. Stéphan à M. Yvon Villarceau.

« Je vous adresse encore une orbite, celle de la planète (123), découverte par M. Peters, à Clinton. Les éléments reposent sur deux observations faites à Clinton, les 1er et 23 août, et sur une observation faite à Marseille le 17 septembre. Une autre observation du 20 septembre donne :

	Calcul.
En ascension droite..........................	$+4^s$
En distance polaire..........................	$-18''$

» Depuis lors, le temps n'a cessé d'être affreux, et il m'a été impossible de mettre l'œil à une lunette.

Éléments de l'orbite de la planète (123).

Époque : 1872, Septembre 17,468 49, temps moyen de Berlin.

Anomalie moyenne.	$M = 265°.39'.\ 7'',4$	
	$\pi = 78.\ 0.53,2$	Équinoxe moyen
	$\Omega = 309.\ 1.44,1$	de 1872,0.
	$i = 6.38.36,2$	
(Angle d'ex.)	$\varphi = 6.14.21,1$	
(Moy. mouv.)	$\log\mu = 2,905\ 320$	
	$\log a = 0,429\ 791$	

» Je joins aux éléments les expressions des coordonnées équatoriales héliocentriques de la planète, ce qui tient presque lieu d'une éphéméride.

Coordonnées équatoriales héliocentriques de la planète.

$$x = (0,425\,559)\sin(E + 168°.\ 8'.\ 7'',8) - 0,059\,528,$$

$$y = (0,377\,444)\sin(E + 75.35.25,1) - 0,251\,021,$$

$$z = (0,102\,673)\sin(E + 87.56.41,5) - 0,137\,575.$$

Nota. — E désigne l'anomalie excentrique. Les nombres entre parenthèses sont des logarithmes.

GÉOGRAPHIE ET NAVIGATION. — *Sur la détermination des longitudes par les chronomètres.* Extrait d'une Lettre de M. DE MAGNAC, communiquée par M. Yvon Villarceau.

« J'ai l'honneur de vous adresser le résultat de mes recherches sur les chronomètres pendant la première partie de la campagne du *Jean-Bart*, années 1871-1872. Mon travail, assez étendu, contient des détails fort intéressants; mais ici il serait trop long de les exposer; ils trouveront place dans un Mémoire qui fera suite au premier que j'ai écrit sur le même sujet : je dirai seulement que je me suis servi avec grand avantage des comparaisons journalières qui m'avaient fait défaut pour mes premières études sur les montres; elles m'ont permis de constater des perturbations, de déterminer les grandeurs de ces perturbations, par conséquent d'être sûr que les marches diurnes que j'ai employées ne peuvent être que d'une très-grande précision. Pour vérifier ce que j'avance, j'ai calculé les longitudes des

différents ports dans lesquels nous avons relâché : on va voir que les nombres trouvés sont on ne peut plus satisfaisants.

Longitudes obtenues à bord du Jean-Bart, *années* 1871-1872, *au moyen des quatre chronomètres : 472 Dumas, 386 Dumas, 478 Dumas et 309 Vissière.*

Longitude de Gorée :

Chronomètre	Longitude	Moyenne	Diff. des longitudes avec la moyenne
Par 472 Dumas,	1.18.57,59	Moyenne.... 1.18.56,75 O.	+ 0,84
» 386 »	» 56,84		+ 0,09
» 478 »	» 57,14		+ 0,39
» 309 Vissière,	» 55,45		− 1,30

Longitude de Gorée, par la *Connaissance des Temps*. 1.19. 0,00

Longit. *Jean-Bart*. — Longit. *Connais. des Temps*. −0. 0. 3,25

Longitude de Bahia :

Chronomètre	Longitude	Moyenne	Diff. des longitudes avec la moyenne
Par 472 Dumas,	2.43.25,65	Moyenne.... 2.43.24,62 O.	+ 1,03
» 386 »	» 25,22		+ 0,60
» 478 »	» 25,60		+ 0,98
» 309 Vissière,	» 22,01		− 2,61

Longitude adoptée par M. Mouchez............ 2.43.24,66

Longitude *Jean-Bart*. — Longitude M. Mouchez... −0. 0. 0,04

Longitude de Montevideo :

Chronomètre	Longitude	Moyenne	Diff. des longitudes avec la moyenne
Par 472 Dumas,	3.54.10,63	Moyenne..... 3.54.8,87 O.	+ 1,76
» 386 »	» 9,57		+ 0,70
» 478 »	» 9,42		+ 0,55
» 309 Vissière,	» 5,86		− 3,01

Longitude déterminée par M. Fleuriais........... 3.54.5,30

Longitude *Jean-Bart*. — Longitude Fleuriais...... +0. 0.3,57

Longitude de Montevideo, par M. Pénaud........ 3.54.8,00

Longitude *Jean-Bart*. — Longitude de M. Pénaud... +0. 0.0,87

Longitude de l'Observatoire royal du Cap de Bonne-Espérance :

Chronomètre	Longitude	Moyenne	Diff. des longitudes avec la moyenne
Par 472 Dumas,	1.4.32,11	Moyenne..... 1.4.33,89 E.	− 1,78
» 386 »	» 34,04		+ 0,15
» 478 »	» 33,14		− 0,75
» 309 Vissière,	» 36,29		+ 2,40

Longitude de l'Observatoire royal.............. 1.4.33,50

Longit. *Jean-Bart*. — Longit. Observatoire royal... +0.0. 0,39

En examinant ces longitudes, on voit d'abord que les longitudes d'un

même lieu, données par les divers chronomètres, sont très-près les unes des autres : c'est une première raison pour faire présumer de leur exactitude. Si maintenant on compare les longitudes moyennes avec les longitudes adoptées par le Bureau des Longitudes, on trouve que la longitude du *Jean-Bart*, pour Gorée, diffère de celle de la *Connaissance des Temps* de $3^s,25$; mais nous savons que la longitude de ce point n'est pas très-sûre : elle ne peut donc en rien attaquer la nôtre. Pour Bahia, les résultats concordent complétement. Pour Montevideo, il y a une longitude de M. Fleuriais qui est moindre que la nôtre de $3^s,57$; mais si nous comparons notre longitude à celle de M. Pénaud, nous voyons que nous ne différons que de $0^s,87$. Qui a raison ? Probablement M. Pénaud et nous : la suite va le prouver. Notre longitude du Cap ne diffère de celle de l'Observatoire royal que de $0^s,39$; il y a donc de grandes probabilités pour que la suite de nos longitudes soit exacte. Maintenant, remarquons que, si l'on craint que des erreurs se soient accumulées sur la somme des marches, pendant la traversée de quatre-vingt-deux jours de France à Montevideo, on peut, pour trouver la longitude de Montevideo, partir du méridien fondamental du Cap ; nous servant donc de la différence du méridien :

Montevideo — Le Cap...... $4^h 58^m 42^s,76$,

nombre que nous avons obtenu au bout de quarante et un jours seulement de traversée, on obtient :

Longitude de Montevideo...... $3^h 54^m 9^s,26$.

» Cette dernière longitude est très-rapprochée de la nôtre et de celle de M. Pénaud.

» Tous ces résultats sont d'une exactitude très-remarquable ; cependant nous ne doutons pas qu'ils ne puissent être encore un peu dépassés ; car il y a un certain nombre de précautions qui n'ont pas été prises dans les diverses observations : nous nous proposons de les faire connaître prochainement dans un Rapport, ainsi que la marche qu'il y aurait à suivre pour porter la méthode à sa dernière perfection ; mais dès à présent nous pouvons dire que, moyennant 1° le calcul des marches diurnes des chronomètres par la série de Taylor, 2° la recherche des perturbations des chronomètres au moyen des comparaisons journalières, on peut conserver les heures de Paris avec une précision telle, qu'au bout des plus longues traversées on obtienne des longitudes aussi exactes que par les culminations lunaires. »

GÉOMÉTRIE. — *Équations de quartiques dont une partie se réduit à une droite double.* Note de **M. H.-G. Zeuthen**, présentée par M. Chasles.

« Dans une Communication (*) sur les caractéristiques des systèmes élémentaires des quartiques générales, j'ai donné une énumération complète des courbes singulières qu'on rencontre dans ces systèmes. J'ai ajouté les équations de quelques-unes de ces courbes limites (**); mais il restait deux espèces dont je ne savais pas alors démontrer l'existence d'une manière directe. Je me propose notamment de remplir cette lacune en traitant ici des quartiques dont une partie se réduit à une *droite double*, au nombre desquelles se trouvent les deux courbes qui restaient.

» On représente dans l'analyse un système de courbes par une équation dont les coefficients sont des fonctions d'un paramètre k. S'ils en sont des fonctions rationnelles, ce qui n'est qu'un cas très-particulier, le degré de l'équation par rapport à k est la caractéristique μ.

» On peut obtenir qu'une courbe limite qu'on veut représenter correspond à $k = 0$, et qu'une courbe qui tend à coïncider avec la courbe limite, sa courbe « pénultième », suivant l'expression de M. Cayley, correspond à une valeur infiniment petite de k. Les coefficients dont les rapports avec k^α tendent à une limite finie seront infiniment petits de l'ordre α, et de même les polynômes où entrent ces coefficients. Nous désignerons par les majuscules A, B, C,... des fonctions des deux coordonnées x et y, et par les minuscules correspondantes a, b, c,... les fonctions de x qu'on en obtient pour $y = 0$, et nous indiquerons par des accents A′, A″, A‴,... que les fonctions sont infiniment petites des ordres 1, 2, 3,..., et par des indices A_1, b_2,... les degrés des fonctions par rapport aux coordonnées.

» L'équation

$$(1) \qquad A_2 y^2 + A'_4 = 0$$

représente (la courbe pénultième d') une quartique composée d'une droite double $y^2 = 0$ et d'une conique $A_2 = 0$. Les valeurs infiniment petites (d'ordre $\frac{1}{2}$) de y sont réelles ou imaginaires, suivant que $a'_4 \gtrless 0$, et $a'_4 = 0$ détermine les sommets de la droite double qui ne coïncident pas avec ses

(*) *Voir* le *Compte rendu*, du 23 septembre 1872; p. 703.

(**) C'est à M. Cayley qu'on doit la notion ainsi que la représentation de la quartique composée de deux droites doubles douées de six et de trois sommets (*voir* le *Compte rendu*, du 11 mars 1872).

points d'intersection avec la conique. Il n'y en aura donc que quatre. Le nombre des conditions auxquelles on peut soumettre ces courbes n'étant que 11, on n'en trouve pas, en général, dans un système de quartiques.

» On ne peut plus faire usage de cette détermination des sommets si A'_4 est, à une quantité infiniment petite du deuxième ordre près, un multiple de y, ou si $A'_4 = 2A'_3 y + A''_4$. L'équation

$$(2) \qquad A_2 y^2 + 2A'_3 y + A''_4 = 0$$

représente une courbe limite dont les sommets se déterminent par

$$(3) \qquad a'^2_3 - a_2 a''_4 = 0.$$

» Il y en a donc six. Si A_2 est un carré complet, disons $A_2 = x^2$, la conique A_2 se réduit à une droite double douée de trois sommets déterminés par $A'_3 = 0$ (courbe de M. Cayley). Toutefois, comme ces derniers sommets sont les points d'intersection de la courbe pénultième avec la droite $x = 0$, on ne peut appliquer cette représentation au cas où les courbes du système *doivent passer par un autre point donné de cette droite.*

» L'équation (3) n'est plus applicable au cas où la fonction $A'^2_3 - A_2 A''_4$ est, à une quantité infiniment petite du troisième ordre près, divisible par y. Elle le sera exactement

1° si $\qquad a_2 = b_1^2, \quad a'_3 = b'_2 b_1, \quad a''_4 = b'^2_2;$

2° si $\qquad a_2 = a_2, \quad a'_3 = a_2 b'_1, \quad a''_4 = a_2 b'^2_1.$

» On verra, dans ce qui suit, qu'il suffira pour notre but actuel d'avoir égard au premier cas. Soient donc

$$(4) \qquad \begin{cases} A_2 = b_1^2 + C_1 y, \\ A'_3 = b_1 b'_2 + C'_2 y, \\ A''_4 = b'^2_2 + C''_3 y + c'''_4 \ (*). \end{cases}$$

» Alors l'équation (2) représente une quartique composée d'une conique et d'une droite double qui lui est tangente. Les sommets simples se déterminent par l'équation

$$A'^2_3 - A_2 A''_4 = 0,$$

si l'on y substitue

$$y = -\frac{b'_2}{b_1},$$

(*) On peut renfermer dans C'_2 et C''_3 les termes infiniment petits d'ordre supérieur de A_2 et de A'^2_3, s'il y en a.

et garde seulement les termes infiniment petits du troisième ordre, ou par l'équation

$$(5)\qquad -b_1^3c_4''' + b_1^2b_2'c_3'' - 2b_1b_2'^2c_2' + b_2'^3c_1 = 0.$$

» Il y aura donc sept sommets simples, et la courbe singulière appartient à celles dont j'ai désigné le nombre par λ (dans ma précédente Communication).

» L'équation (5) devient identique dans le cas où

$$c_1 = 2d_0b_1,\quad c_2' = d_0b_2' + d_1'b_1,\quad c_3'' = 2d_1'b_2' + 2d_2''b_1,\quad c_4''' = 2d_2''b_2'.$$

» En introduisant ces valeurs dans les formules (4), en remplaçant le terme $2d_2''b_1y$ en A_4'' par un terme $d_2''b_1$ en A_3' et en substituant b_2' à $b_2' + d_2''$, on verra que ce cas ne diffère pas essentiellement de celui où $d_2'' = 0$. Nous aurons donc à soumettre à une discussion particulière le cas où

$$(6)\qquad \begin{cases} A_2 = b_1^2 + 2d_0b_1y + e_0y^2,\\ A_3' = b_1b_2' + (d_0b_2' + d_1'b_1)y + E_1'y^2,\\ A_4'' = b_2'^2 + 2d_1'b_2'y + E_2''y^2 + e_3'''y + e_4''''. \end{cases}$$

Alors la courbe limite est composée de deux droites simples $A_2 = 0$ et d'une droite double passant par leur point d'intersection. Les sommets se déterminent par l'équation

$$(7)\quad -b_1^4e_4'''' + b_1^3b_2'e_3''' + b_1^2b_2'^2(d_1'^2 - e_2'') - 2b_1b_2'^3(d_0d_1' - e_1') + b_2'^4(d_0^2 - e_0) = 0.$$

» Il y a donc huit sommets simples, et la courbe appartient à celles dont nous avons désigné le nombre par ξ. L'équation montre que, dans le voisinage du sommet quadruple, la courbe pénultième ressemble à une courbe composée de deux hyperboles qui ont le même centre et une asymptote commune ($y = 0$), et qui ont la même position par rapport à l'asymptote commune.

» Ayant épuisé ainsi *toutes* les différentes espèces de quartiques dont une partie se réduit à une droite double qu'on trouve dans les systèmes élémentaires de quartiques générales (*), on ne trouvera, par des recherches ultérieures, que 1° des formes plus particulières, et 2° de nouvelles représentations des mêmes courbes limites, ou plutôt des représentations de séries de courbes qui tendent de nouvelles manières aux mêmes limites. Nous en donnerons ici un exemple.

(*) *Voir* ma précédente Communication.

» L'équation (5) devient aussi identique si $b_2^1 = 0$, $c_4''' = 0$. On sera ainsi invité à discuter la courbe représentée par l'équation

$$(b_1^2 + C_1 y) y^2 + 2C_2' y y + C_3'' y + d_4''' = 0,$$

ou

$$(8) \qquad (b_1^2 + C_1 y + 2C_2') y^2 + C_3'' y + d_4^{\text{IV}} = 0,$$

dont les sommets se déterminent par

$$(9) \qquad c_3''^2 - 4 b_1^2 d_4''' = 0.$$

On n'en trouve que six, et un système de quartiques ne contient en général aucune de ces courbes. Seulement si $b_1^2 + C_1 y$ est un carré complet, ou, pour plus de simplicité, si $C_1 = 0$, et si $C_2' = b_1 D_1'$, la courbe, dont l'équation devient alors

$$(10) \qquad (b_1^2 + 2b_1 D_1') y^2 + C_3'' y + d_4^{\text{IV}} = 0,$$

sera, à la limite, composée de deux droites doubles : $y^2 = 0$, qui est douée de six sommets déterminés par l'équation (9) et $b_1^2 = 0$, qui est douée de trois sommets déterminés par l'équation

$$(11) \qquad D_1'^2 y - C_3'' = 0.$$

» On aura donc ainsi une nouvelle représentation de la courbe de M. Cayley, dont on peut faire usage si la courbe doit passer par un point donné de la droite à trois sommets.

» Il n'est pas difficile d'expliquer le paradoxe apparent que l'équation (10), qui est un cas particulier de (8), représente une courbe limite plus générale que celle que représente (8).

» En ayant égard 1° à l'ordre de la distance infiniment petite des deux branches qui coïncident dans la droite double, et 2° au nombre de manières différentes dont une courbe limite peut faire partie d'un même système, on peut démontrer *à priori* que, dans la formule ($\mu' = 6\mu - \ldots$) qui sert à exprimer l'une des caractéristiques d'un système par l'autre, tous les nombres des différentes courbes, dont une partie se réduit à une droite double, ont les coefficients que nous leur avons attribués dans la formule (1) de notre précédente Communication.

» Nous ferons encore remarquer que, dans les cas où la distance des deux branches qui tendent à coïncider dans la droite double est infiniment petite d'ordre $\frac{1}{2}$ ou $\frac{2}{3}$, les parties de cette droite, le long desquelles ces branches ont été réelles ou imaginaires avant la transition, se remplaceront

après elle ; mais que, dans les cas où l'ordre de la distance est entier, les branches réelles s'étendent le long des mêmes parties de la droite avant et après la transition. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la nature probable des anneaux de Saturne et sur le bolide signalé le* 31 *août aux environs de Rome;* Lettre de **M. P. Volpicelli** à M. Faye.

« *Anneaux de Saturne.* — L'hypothèse de M. Hirn sur les anneaux de Saturne, d'après laquelle chacun d'eux serait formé d'une matière discontinue, n'est aucunement nouvelle. En effet, outre que cette hypothèse a déjà été conçue par Cassini II, ainsi que l'a justement observé M. Guillemin (*Comptes rendus*, t. LXXV, p. 722), Bessel, parlant de l'excentricité de l'anneau de Saturne, dit que celle-ci ne pourrait s'expliquer sans admettre ou que l'anneau n'a point de mouvement de rotation, ou qu'il consiste en un grand nombre de parcelles capables de se mouvoir librement (*Gehler vocab.*, t. VIII, p. 168, *Leipzig*, 1836). De plus, dans le vocabulaire de Marbach, on lit (t. V, p. 356, *Leipzig*, 1858) ce qui suit :

« Quant à ce qui est de la nature de l'anneau de Saturne, il nous semble, par analogie probable, que cet anneau consiste en une accumulation de satellites, remplissant entièrement son orbite. Il pourrait se faire que ces satellites ne fussent point en contact entre eux ; mais il nous est impossible de reconnaître la distance qui les sépare, à cause du grand éloignement entre Saturne et nous. »

» Pour ce qui est de l'assertion de M. Hirn, que les parcelles formant l'anneau sont séparées par des intervalles *très-grands*, proportionnellement à leur dimension, cela ne me paraît guère conciliable avec l'ombre projetée par l'anneau sur la surface de Saturne.

» *Bolide du* 31 *août.* — Le P. Secchi, en rapportant l'apparition du bolide du 31 août 1872 (*Comptes rendus*, t. LXXV, p. 657), dit :

« Le même matin, à $3^h 30^m$, on a vu sur la mer un feu de forme ronde, mal terminée, fixe apparemment, et qu'on ne pouvait confondre avec un fanal ou un feu quelconque en mer. La *direction* de ce feu était parfaitement la même que celle qui apparut après pour le bolide, qu'on vit parfaitement au ciel à $5^h 15^m$, et l'on fut si frappé de cette coïncidence de direction, que l'observateur jugea lui-même que c'était le même feu qui était arrivé alors à la Terre. »

» Je ne puis pas comprendre comment on peut reconnaître *parfaitement* la direction d'un feu qui semble apparemment fixe.

» Le même savant continue ainsi :

« On voit l'importance extrême de cette observation, qui porterait à supposer que cette masse a été vue dans la pleine obscurité, comme une comète à son approche de la Terre. La grandeur du météore est représentée comme étant peu inférieure au diamètre de la Lune dans cette première apparition et dans le moment de son explosion. »

» En prenant dans son sens littéral le passage qui se rapporte aux dimensions du météore, il contiendrait une obscurité; car le vrai bolide aurait eu à $3^h 30^m$ une grandeur apparente presque égale à celle qui a été observée à $5^h 15^m$ (*O. Osservatore romano*, n° 201).

» Il me semble que la supposition du P. Secchi, confondant le feu dont il s'agit avec le bolide, n'est point rationnelle. En effet, puisque le bolide a été visible à $5^h 15^m$, si l'on voulait le confondre avec le feu aperçu sur la mer, il aurait dû s'y montrer $1^h 45^m$ auparavant, c'est-à-dire à $3^h 30^m$. Par conséquent, comme la vitesse des bolides est extrêmement grande, il en résulte que le vrai bolide, $1^h 45^m$ avant son apparition dans notre atmosphère, devait se trouver en dehors d'elle. Dès lors, il ne pouvait avoir d'autre lumière que celle qu'il recevait du Soleil; et, en ayant égard à la faiblesse de cette lumière et à la grande distance qui séparait le bolide de la Terre, on voit qu'il ne pouvait être aperçu de notre planète. Donc le feu qui a été aperçu sur la mer à $3^h 30^m$ ne peut être confondu avec celui qui a été vu de tous à $5^h 15^m$.

» On pourrait objecter que, si l'orbite du bolide avait été peu différent de celui de la Terre, il aurait pu accompagner celle-ci pendant l'intervalle correspondant à $1^h 45^m$, au bout duquel il serait tombé sur la Terre par l'effet de l'attraction produite par elle. Mais cette hypothèse ne saurait être admise, parce que le bolide, qui dans ce cas encore ne pouvait émettre de lumière propre mais seulement une lumière réfléchie, aurait été dirigé de l'ouest à l'est, tandis que les rapports de tous ceux qui l'ont aperçu s'accordent à dire que la direction du bolide était approximativement celle du sud au nord. . . . .

» *P.-S.* — Il est probable que le globe de feu qu'on a vu sur la mer est un de ces globes de feu dont parle Gilbert. (*Annalen der Physik*, t. XIV, p. 68 et 97; t. XV, p. 417; t. LXVI, p. 329; t. LXXI, p. 355; t. LXXIII, p. 35). »

PHYSIQUE. — *Note sur les courants accidentels qui naissent au sein des lignes télégraphiques dont un bout reste isolé dans l'air; par* M. Th. du Moncel.

« On sait que les lignes télégraphiques, indépendamment des pertes électriques qui s'effectuent par les supports, sont sans cesse parcourues par des courants accidentels qui peuvent provenir, soit des courants telluriques provoqués par les plaques de communication avec la terre, soit de l'électricité atmosphérique, du magnétisme terrestre ou des aurores boréales, soit des différences de température aux deux extrémités de la ligne, etc., etc. Ces courants ont été longuement et savamment étudiés par MM. Becquerel, Matteucci, Magrini, Varley, Baumgartner, Breguet; moi-même j'ai envoyé, en 1871, deux Communications à l'Académie sur ce sujet. Toutefois on s'est peu préoccupé jusqu'ici d'une autre classe de courants accidentels, qui prennent naissance dans une ligne dont une extrémité est isolée et qui, par conséquent, n'est en rapport avec la terre que par un bout seulement. M. Magrini est le seul, à ma connaissance, qui ait hasardé quelques déductions à cet égard, et ces déductions n'ont pas été exactement interprétées, comme nous allons le démontrer à l'instant. Cette question pourtant à son intérêt, car elle se rattache à certains systèmes de mesure de l'électricité atmosphérique par les courants qu'elle est supposée produire et qui n'ont pas le plus souvent l'origine qu'on leur suppose.

» Dans son Mémoire sur cette question, M. Magrini prétend qu'une seule plaque de communication d'une ligne télégraphique avec la terre suffit pour déterminer des courants, et la source de ces courants se comporterait en quelque sorte comme une source calorifique, car leur intensité décroîtrait à partir de la plaque enterrée jusqu'à une certaine limite, après laquelle la différence ne pourrait plus être appréciée, mais qui pourrait être éloignée par l'allongement du fil ou la réunion de plusieurs fils. « Ces courants, » dit M. Magrini, auraient cela de curieux que leur direction serait » inverse de celle qui correspondrait à un développement électrique dû à » une simple oxydation de la lame enterrée. »

» Comme les supports d'une ligne télégraphique, malgré la bonté des isolateurs, constituent toujours des déviations à la terre qui empêchent son isolement complet, j'ai pensé qu'en réunissant par un fil isolé la pointe de zinc terminant le toit de la plus haute des tours de mon château à une plaque de zinc enterrée dans un sol mis à couvert de la pluie, je pourrais me placer, par le fait, dans les mêmes conditions que si j'opérais sur une ligne télégraphique; et j'avais, en procédant ainsi, l'avantage de pouvoir

étudier le phénomène dans des conditions nettement déterminées. De plus, je pouvais contrôler mes expériences par l'adjonction d'un second fil parfaitement isolé (avec du caoutchouc, d'après le système de M. Hooper), et dont le fil conducteur, composé de sept fils tordus ensemble, pouvait fournir à l'extrémité libre une houppe de fils étamés, très-propre à recueillir l'électricité atmosphérique. Inutile de dire que cette extrémité du fil ainsi isolé se trouvait serrée dans un support isolant à cloche, à travers lequel elle passait, afin de constituer en temps de pluie une solution de continuité entre la houppe de fils métalliques et la surface extérieure de la gaîne isolante.

» Le galvanomètre que j'ai employé pour ces expériences était un galvanomètre astatique et à miroir de Ruhmkorff, ayant 36 000 tours de spires et une résistance de 732 kilomètres de fil télégraphique de 4 millimètres de diamètre. Quand il s'agissait de mesurer les déviations produites dans le circuit imparfaitement isolé, les déviations étaient assez considérables pour qu'on pût se passer de miroir; mais, pour les déviations produites par le fil parfaitement isolé, le miroir devenait nécessaire. Or voici les résultats que plusieurs semaines d'observations, faites à différentes heures de la journée, m'ont fait entrevoir :

» 1° En tout temps, le fil en rapport avec l'épi de zinc surmontant le toit de ma tour est parcouru par un courant relativement énergique, qui est tantôt positif et tantôt négatif, suivant les conditions d'oxydabilité relatives de la pointe de zinc et de la plaque enterrée, et suivant leur température relative, conditions qui dépendent, par conséquent, des circonstances atmosphériques et des heures de la journée auxquelles on fait l'expérience.

» 2° Quand la plaque enterrée n'est pas trop susceptible d'oxydation, ou que sa polarité électropositive n'est pas très-accentuée, parce qu'elle aura été enterrée dans un terrain relativement sec, ou sera combattue par la polarité contraire d'un fil de cuivre mis en contact avec elle sans être isolé du sol, le courant en question sera dirigé, en temps de pluie, et par une température relativement basse, comme si la plaque enterrée constituait un pôle positif, ce qui est conforme aux observations de M. Magrini; et la déviation de l'aiguille galvanométrique, tout en étant en rapport direct avec le degré d'humidité, varie en raison inverse de l'élévation de la température ambiante. Or, comme l'air est plus humide et moins chaud la nuit que le jour, il se produit pendant la nuit un courant plus ou moins fort allant de la terre à la pointe de zinc, courant que nous appellerons *négatif*.

» 3° Quand le ciel est serein, le courant en question est généralement négatif depuis le coucher du soleil jusqu'à une heure plus ou moins avancée de la journée, qui dépend de la saison, de la chaleur du jour, du degré de polarité négative de la plaque enterrée, de la plus ou moins grande quantité de rosée qui s'est produite, et de la force du vent. Au commencement de l'automne, par un temps calme et avec des températures voisines de 13 degrés, la déviation négative cesse vers 1 heure de l'après-midi, et recommence à $5^h 30^m$ du soir. Dans la journée, elle est positive et va en augmentant jusqu'à $2^h 30^m$, où elle atteint environ 55 degrés. Elle oscille dans un intervalle de 50 à 60 degrés jusqu'à $3^h 45^m$, puis décline successivement, d'abord très-lentement jusqu'à 4 heures, puis plus rapidement jusqu'au moment de l'inversion du courant, qui a lieu, comme nous l'avons dit, entre $5^h 30^m$ et 6 heures. Les moyennes des observations faites en septembre et en octobre ont donné avec un temps serein :

8^h matin.	Midi.	3^h soir.	6^h soir.	Minuit.
— 71°, 6	— 41°, 25	+ 46°, 3	— 45°, 5	— 71°, 5

et les températures moyennes correspondantes étaient 9°, 2; 13°, 5; 13°, 8; 11°, 7; 8°, 6. Nous ajouterons toutefois qu'avec des températures plus basses, par exemple de 4°, 8, de 10°, 2 de 11°, 4, de 7°, 8 et de 5 degrés, la déviation positive n'a pas paru, même à l'observation de 3 heures : elle était devenue nulle.

» 4° Quand le ciel est nuageux, le courant a une direction très-variable, mais le plus souvent négative, dans des limites moindres cependant que celles dont il a été question précédemment, et cette variation dépend essentiellement de l'action du soleil et du vent. Comme cette action n'est pas immédiate, il se produit des effets qui paraissent au premier abord contradictoires, mais qui, après un examen attentif, montrent que l'apparition du soleil a pour effet, comme la chaleur, de tendre à développer sur la pièce métallique qui en subit les effets une polarité positive; par conséquent, si cette pièce est déjà positive par suite d'autres conditions, l'apparition du soleil aura pour effet, en admettant que des causes contraires plus puissantes n'interviennent pas, d'augmenter la déviation positive. Elle diminuera, au contraire, la déviation si la pièce a une polarité négative. Naturellement la disparition du soleil provoque des effets diamétralement opposés. Le vent exerce aussi un certain effet, en ce sens qu'il atténue l'action solaire et qu'il dessèche l'humidité autour de la pointe métallique exposée aux effets atmosphériques; il en résulte, par conséquent, que son

action est à la fois négative et positive, négative par rapport au soleil, positive par rapport aux causes qui peuvent entraîner l'oxydation du métal. L'importance de ces effets varie, bien entendu, suivant que les temps qui ont précédé ont été secs ou pluvieux, et suivant le degré de la température moyenne du jour. Comme, avec ces temps nuageux, la rosée et le serein sont peu abondants, que la température est moyennement assez élevée, il arrive généralement, surtout si le temps qui a précédé a été longtemps sec, que l'heure de l'inversion du courant est avancée le matin et reculée le soir; quelquefois même on trouve zéro à 8 heures du matin.

» 5° Quand le temps est couvert et pluvieux, le courant est, ainsi que nous l'avons déjà dit, presque toujours négatif. Par conséquent, la pointe de zinc joue le rôle de la plaque oxydée. Les déviations moyennes par ces temps, au commencement de l'automne, sont :

8h matin.	Midi.	3h soir.	6h soir.	Minuit.
— 70°	— 62°, 25	— 45°	— 64°	— 77°

avec des températures moyennes de 13°, 8; 16°, 1; 14°, 3, 12°, 3. On peut, du reste, établir d'une manière générale que, quel que soit le sens de la déviation et son amplitude, il suffit de quelques gouttes de pluie pour la rendre toujours négative, ce qui montre que les effets hydro-électriques sont toujours prédominants dans la création de ces sortes de courants.

» 6° Pendant toute la série des expériences dont nous parlons, le courant d'électricité atmosphérique fourni par le fil parfaitement isolé a été pour ainsi dire nul; il est vrai qu'aucun orage n'a été constaté pendant cette série; mais on peut toujours en conclure que la quantité d'électricité contenue dans l'air en temps ordinaire est bien minime, puisque, avec un galvanomètre aussi sensible que celui dont j'ai parlé, je n'ai pu obtenir de déviations appréciables.

» De tout cela il résulte que les courants accidentels produits sur les fils télégraphiques dont un bout est isolé, lesquels fils sont, comme on le sait, recouverts d'une couche de zinc, sont, ainsi que ceux excités dans le dispositif des expériences dont il a été précédemment question, le résultat d'un couple voltaïque dont les lames polaires sont constituées d'abord par la plaque enterrée, et en second lieu par le fil télégraphique galvanisé ou la pointe de zinc dont nous avons parlé. Le milieu conducteur interposé entre ces deux lames est représenté, dans un cas, par les poteaux souteneurs du fil, et dans l'autre par le toit et la maçonnerie de la tour. La cause excitatrice, dans cette sorte de couple, étant complexe, comme dans tous les

couples de ce genre, et dépendant des effets d'oxydation, des effets de polarisation et des effets calorifiques qui s'y trouvent toujours développés d'une manière différente sur les deux lames, il doit en résulter un courant dont le sens varie suivant la prédominance de tel ou tel de ces effets, mais dont la présence peut être expliquée à l'aide de quelques principes généraux que je compte démontrer dans une prochaine Communication. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du sucre cristallisable sur le réactif cuprotartrique de Barreswil.* Note de **M. E. Feltz**, présentée par M. Pasteur.

« Le dosage du glucose est fondé sur la réduction de la liqueur cuprotartrique, chauffée à l'ébullition en présence de ce sucre. Cette réaction est très-sensible; quelques centimètres cubes d'une solution, contenant environ un demi-gramme de glucose par décilitre, suffisent pour décolorer complétement 10 centimètres cubes de la liqueur d'épreuve. Si l'on remplace la solution de glucose par une solution analogue de sucre cristallisable, la liqueur cuprique reste limpide, et l'on n'observe aucune précipitation d'oxydule de cuivre. On en a conclu que le sucre cristallisable n'exerce aucune action sur le réactif cuprotartrique.

» En cherchant à doser des traces de glucose dans des solutions de sucre cristallisable, j'ai été conduit à constater que le sucre de canne peut aussi réduire la liqueur cuprotartrique. Voici les expériences qui mettent ce fait en évidence :

» I. 10 centimètres cubes de liqueur cuprique, préparée d'après la formule de M. Violette, ont été additionnés de 20 centimètres cubes d'une solution sucrée, contenant 6 grammes de sucre raffiné. On a maintenu le mélange à l'ébullition dans un petit ballon d'essai en verre. Au bout de vingt-cinq minutes, tout le cuivre est précipité et la couleur bleue a fait place à une couleur jaune intense.

» II. La liqueur cuprique, maintenue à l'ébullition sans addition de sucre, ne donne lieu à aucun précipité.

» III. La solution sucrée, chauffée à l'ébullition en présence d'un excès de chaux, ne se colore pas, ainsi que cela arriverait si elle contenait du sucre interverti en quantité notable. Débarrassée, à l'aide de l'acide carbonique, de la chaux avec laquelle elle a bouilli, la solution sucrée réduit la liqueur cuprique exactement comme dans l'expérience I.

» La réduction de la liqueur cuprique pouvant être attribuée à l'impureté des produits entrant dans sa composition, j'ai purifié, par des cristallisations successives, le sulfate de cuivre et le tartrate double de potasse et de soude. La soude à la chaux a été remplacée par de la soude pure. La

liqueur d'épreuve ainsi obtenue ne se décompose pas à l'ébullition, mais se comporte comme celle de l'expérience I en présence du sucre cristallisable.

» Diverses formules ont été proposées pour la préparation de la liqueur cuprique. Celle de Frésénius ne diffère de la formule de M. Violette que par la quantité de soude libre. M. Monier remplace le sel de Seignette par la crème de tartre ; d'autres chimistes donnent la préférence au tartrate neutre de soude. Les liqueurs préparées avec la crème de tartre sont généralement abandonnées, parce que leur réduction n'est pas nette. Mais, en réalité, la différence essentielle qui existe entre les liqueurs des diverses formules consiste dans la proportion d'alcali libre. Les liquides les plus alcalins présentent les réactions les plus nettes en présence du glucose, et sont moins exposées aux altérations. M. Patterson a même prouvé dernièrement que l'addition d'une certaine quantité de soude caustique peut rendre ses qualités premières à une liqueur altérée par une trop longue concentration.

» Les deux liquides (*a*) et (*b*) ont été préparés : (*a*) d'après la formule de M. Violette, et (*b*) d'après la formule au tartrate neutre de soude, avec grand excès d'alcali.

» 10 centimètres cubes de la solution (*a*) contiennent $0^{gr},632$ de NaO libre.

» 10 centimètres cubes de la solution (*b*) contiennent $1^{gr},34$, de NaO libre.

» Chauffé à l'ébullition avec 20 centimètres cubes de solution sucrée contenant 6 grammes de sucre, les 10 centimètres cubes du liquide (*a*) se sont décolorés après vingt-cinq minutes. Dans les mêmes conditions, 10 centimètres cubes du liquide (*b*) se sont décolorés en dix minutes.

» En ajoutant environ $0^{gr},600$ de Na O aux 10 centimètres cubes du liquide (*a*), sa décoloration est complète au bout de quinze minutes. Ainsi l'action réductrice du sucre de canne sur la solution cuprique est d'autant plus énergique que la soude libre est en plus grande quantité.

» Les quatre expériences suivantes ont été faites avec le liquide (*b*) :

» I. 10 centimètres cubes du liquide (*b*) additionnés de 6 grammes de raffiné se décolorent en dix minutes.

» II. 10 centimètres cubes du même liquide avec 3 grammes de raffiné se décolorent en dix minutes.

» III. 10 centimètres cubes du liquide (*b*) avec $1^{gr},5$ de raffiné se décolorent en quatorze minutes.

» IV. 10 centimètres cubes du liquide (*b*) avec $0^{gr},6$ de raffiné se décolorent en trente minutes.

» Le raffiné qui a servi aux essais précédents provient de la raffinerie russe du comte de Bobrinsky. On a répété les expériences avec du sucre Say premier choix, et enfin avec un sucre candi blanc, en très-beaux cristaux provenant d'une raffinerie de Cologne. Les résultats ont été semblables.

» Il paraît donc hors de doute que le sucre cristallisable réduit la liqueur cuprique sous l'influence d'un excès d'alcali. Les dosages si fréquents du glucose, dans des mélanges des deux sucres, n'ont donc qu'une exactitude relative et deviennent complétement inexacts lorsqu'il s'agit de doser des traces de glucose en présence de grandes quantités de sucre cristallisable. Le D[r] Scheibler avait déjà signalé, en 1869, l'inexactitude relative des dosages de glucose dans un mélange des deux sucres, en émettant comme probable l'hypothèse de la réduction du réactif cuprique par le sucre cristallisable. »

PHYSIOLOGIE. — *Du rôle des microzymas pendant le développement embryonnaire;* Note de MM. **Béchamp** et **Estor**.

« Dans notre dernière Communication (1), déjà ancienne, nous avons considéré les microzymas des organismes supérieurs comme *facteurs de cellules*. Nous examinons dans la présente Note leurs rôle pendant le développement des tissus, et tout d'abord nous démontrons leur présence dans tous les éléments anatomiques durant les premières périodes de la vie embryonnaire. Toutes nos observations ont été faites jusqu'ici sur des embryons de poulet.

» Dans l'œuf on ne découvre, en fait d'éléments figurés, que des microzymas; dans certaines circonstances, ils y fonctionnent (2) comme ils le font, hors de l'œuf (3), sur le sucre ou sur la fécule: ils sont donc de l'ordre des ferments figurés. Avant l'incubation, dans tout l'œuf, et pendant l'incubation, hors de l'embryon, ils disparaissent sous l'influence de l'acide acétique et de la potasse. Dans l'embryon, ils résistent généralement à l'acide acétique, et, à un moment donné, dans certains centres, aussi à la potasse. Pendant toute la période embryonnaire, on doit les suivre dans chaque tissu: tissu conjonctif, globules du sang, muscles, centres nerveux,

---

(1) *Comptes rendus*, 20 septembre 1869 et 7 février 1870.

(2) Béchamp, *Sur la fermentation alcoolique et acétique spontanée des œufs* (*Comptes rendus*, 31 août 1868).

(3) Béchamp, *Expériences inédites, mais annoncées dans la Note de* 1868.

glandes, etc. Les expériences que nous allons résumer datent de mars et avril 1870.

» I. *Tissu conjonctif.* — Après vingt-quatre heures, on commence à voir apparaître la cellulosité dans le corps des vertèbres. Les microzymas qui étaient primitivement uniformément répandus dans les corps des vertèbres semblent se grouper : on voit des plaques granuleuses qui paraissent se condenser sous la forme de petites sphères dont le contour est à peine accusé. Après quarante-huit heures, les progrès sont considérables, et les corps des vertèbres sont nettement composés de cellules arrondies. Mais toutes ces cellules sont au même degré de développement; il est très-rare qu'on aperçoive des traces de division ou de prolifération de ces cellules : le caractère cellulaire se montre à la fois sur de grandes surfaces qui, auparavant, ne montraient aucune formation de cet ordre.

» Après quarante-huit heures, les vaisseaux sont limités par des cordons formés de cellules fusiformes, très-allongées, granuleuses dans toute l'étendue du fuseau.

» II. *Globules du sang.* — Après vingt-quatre ou trente-six heures d'incubation, les globules du sang de l'embryon, contenus dans les vaisseaux, sont sphériques ou elliptiques, à peine colorés et à noyau; on distingue très-nettement les granulations qu'ils renferment, sans l'addition d'aucun liquide. Après quarante-huit heures, les noyaux seuls sont granuleux, le reste du globule paraît homogène. Après soixante-douze heures, le noyau est encore granuleux; il l'est encore au huitième jour de l'incubation dans certains cas; dans d'autres cas, tout le globule est homogène. Après cette époque, l'homogénéité est la règle.

» On admet généralement que les globules du sang dérivent des cellules embryonnaires et qu'ils sont le résultat d'une modification de ces cellules. Nous n'avons jamais vu de globules dans le corps de l'embryon avant l'établissement de la circulation; ils nous ont toujours paru formés sur place.

» III. *Muscles.* — Vers le septième jour de l'incubation, les muscles contenus dans le tubercule qui représente le membre inférieur se présentent sous la forme de tubes granuleux, contenant, très-rapprochés les uns des autres, des noyaux granuleux et à nucléoles : il n'y a pas la moindre trace de stries. Vers le dixième jour, les muscles se présentent encore sous la forme de tubes granuleux; les noyaux paraissent moins nombreux que dans les examens faits au septième jour; ils sont plus espacés; il n'y a pas de traces de stries, ni dans les muscles des membres, ni dans le cœur. Ces

muscles ressemblent, au plus haut degré, à des fibres striées d'animaux adultes, qui auraient séjourné deux ou trois heures dans l'estomac d'un chien.

» Chez quelques individus, au dixième jour, ou chez tous peu de temps après, on voit les granulations se grouper très-manifestement en lignes droites et parallèles, pour former les stries. Ces granulations sont évidemment plus volumineuses que les microzymas d'origine et que les granulations que l'on voyait au commencement dans le tube musculaire. Les stries sont donc d'abord granuleuses; mais bientôt la substance qui sépare les granulations prend un pouvoir réfringent identique avec ces granulations elles-mêmes, et les stries apparaissent bientôt sous la forme de lignes continues. Au vingtième jour, les muscles striés sont très-analogues à ceux de l'adulte.

» IV. *Centres nerveux.* — Après trente-six à quarante heures, la moelle ne paraît pas contenir de cellules; elle est, dans toute son étendue, uniformément granuleuse : on commence seulement à soupçonner la condensation des microzymas sous forme globuleuse. Vers quarante-huit heures, on commence à voir la cellulosité apparaître dans la ligne centrale qui sépare les deux cordons. Après soixante-douze heures, cette cellulosité est manifeste dans toute l'étendue de la moelle; à partir de cet instant, elle s'accentue de plus en plus. Ces cellules se forment donc sur place, comme les globules sanguins dans les vaisseaux.

» En résumé, tous les tissus suivent dans leur développement, plus ou moins rapidement, une marche très-analogue, sinon identique. Sur des plaques ou dans des masses uniformément granuleuses, au sein desquelles ne s'aperçoit aucun autre élément figuré que le microzyma, on voit, à un moment donné, sur toute l'étendue de la surface à la fois, les formes cellulaires apparaître. Une cellule antérieure, d'où dériveraient par des modifications insensibles toutes les autres, n'est donc pas nécessaire, ainsi que l'exige une théorie célèbre du développement des tissus. Cette théorie, que nous avions acceptée et défendue, nous semble pécher par la base. Jamais on ne verra naître une cellule, de toute pièce, dans un liquide; on observe toujours préalablement des granulations, des microzymas, qui sont le point de départ. Il n'est pas d'observations qui soient plus concluantes, à cet égard, que celles qui sont faites pendant le développement embryonnaire. Si l'on veut bien considérer avec nous que les microzymas sont déjà des organismes doués d'une activité propre, ce que nos précédentes recherches ont mis hors de doute, dans toutes les directions, on comprendra aisément

qu'il n'est pas besoin d'une cellule primordiale, ni d'admettre la génération spontanée pour comprendre la cellulogénèse. Le microzyma et le milieu qu'il se crée au sein de la masse qui le contient suffisent.

» L'observation directe, comme l'a montré M. Robin et comme nous venons de le faire, ruine l'adage *omnis cellula e cellulâ;* mais la notion du rôle important du microzyma détruit, d'un autre côté, la théorie de la génération spontanée, présidant à la première apparition des cellules et des tissus. Pour qu'une cellule apparaisse, il n'est pas besoin d'une cellule antérieure, mais un liquide sans éléments figurés ne suffit pas : le microzyma est nécessaire; il existe *toujours* là où naît une cellule.

» Et nos expériences permettent d'aller plus loin. Ces notions nouvelles ne donnent pas seulement la clef des discussions relatives à l'histoire du développement des tissus et des ferments, mais aussi de leur fonctionnement; elles seules donnent une base solide à la théorie de la nutrition, à la physiologie cellulaire.

» Voici d'ailleurs la contre-épreuve de cette théorie : de même que, par *progression*, les microzymas sont facteurs de cellules, toute cellule, tout tissu reviennent au microzyma par *régression*. Cette contre-épreuve peut être faite sur l'embryon lui-même.

» L'embryon du poulet peut mourir dans l'œuf avant son complet développement et sans qu'il s'y putréfie, dans le sens vulgaire du mot *putréfaction*. Dans ce cas, on peut observer la régression de tous les tissus qui le composaient. On peut alors suivre le retour de chacun des tissus observés à la forme granuleuse primitive; ou même on peut suivre la transformation des microzymas isolés en microzymas accouplés et en bactéries; et certes il est impossible de soutenir qu'ici les microzymas et les bactéries ont pour origine des germes venus de l'air, germes que l'un de nous a démontré être surtout des microzymas.

» Un œuf, à la couveuse depuis le 29 mars 1870, est examiné le 15 avril suivant. L'embryon est mort dans l'œuf, depuis trois ou quatre jours. Les muscles commencent à subir une transformation régressive; les tubes ne sont plus accusés; les masses musculaires sont remplies d'une foule de microzymas; beaucoup sont accouplés. Dans les membres, on découvre quelques rares bactéries. Dans le cœur, les bactéries, longues, grêles et immobiles, sont très-nombreuses. Dans le foie, on trouve des bactéries à tous les degrés de développement : microzymas isolés et mobiles en foule; grand nombre d'associés, petites bactéries, moyennes et grandes : il est impossible de ne pas les considérer comme les divers degrés du développement d'un même être.

» Nous prions l'Académie de nous permettre de dire que ce qui précède n'est que le développement de nos précédentes recherches dans cette direction. Nous croyons aussi devoir adresser nos remercîments à M. de Ranse, le savant rédacteur de la *Gazette Médicale*, qui, le premier, nous a encouragés et soutenus dans nos efforts. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *L'aurore polaire et l'orage magnétique des 14 et 15 octobre.* Note de M. **Tarry**. (Extrait.)

« *Aurore polaire.* — Une aurore polaire, qui par son importance et son éclat ne peut se comparer qu'à celle du 4 février, parmi celles de l'année courante, s'est manifestée les 14 et 15 octobre. On s'en est à peine aperçu en Europe, à cause du mauvais temps qui a été général; cependant elle a été visible à Brest. Le ciel était, il est vrai, couvert dans le voisinage de l'horizon et brumeux partout; mais on était prévenu par les observations des courants magnétiques, et M. Sureau a pu voir à minuit la lumière blanche s'accentuer au nord-est, avec des reflets rouge sombre à son sommet; on n'a pas observé de rayons.

» A Thursö, en Écosse, un des rares points de la carte d'Europe où le ciel fût dégagé, on a mieux observé cette aurore, qui y a reparu le lendemain, et cette fois a été très-brillante.

» Mais c'est surtout en Amérique que le phénomène s'est produit avec un vif éclat. On l'a observé à New-York et à Duxbury, où l'on n'avait vu *de mémoire d'homme* une aussi magnifique aurore boréale. Voici le texte du télégramme que je dois à l'obligeance du Directeur de la Compagnie du câble transatlantique, M. Andrews :

« Duxbury, 16 octobre, minuit. — Aurora here last night the most magnificent within memory of oldest inhabitant but did not affect our instruments condensers in here instead of at Saint-Pierre. New-York says it was very brilliant wires north and south not affected but wires west and east seriously affected. — Signé : Brown. »

» *Orage magnétique.* — *Observations de Brest.* — C'est à $10^h 34^m$ du soir (heure de Paris), le 14, que l'orage magnétique *a éclaté*. Nous soulignons ces mots à dessein, car à ce moment M. Sureau avait précisément l'œil sur l'aiguille du galvanomètre, où il constatait des oscillations de 2 à 3 degrés, quand elle *sauta instantanément à* + 25 degrés. Tous les appareils de travail furent brusquement atteints, et toutes les sonneries furent instantanément mises en mouvement; elles faisaient un bruit assourdissant, pendant que les palettes adhéraient énergiquement aux électro-aimants. C'est de la même

manière qu'a éclaté soudainement, le 7 juillet, à $5^h 2^m$ du soir (1), deux heures un quart après la belle explosion solaire que le P. Secchi avait observée à Rome, l'orage magnétique qu'on a noté simultanément à Brest et à Greenwich, et qui était le précurseur de l'aurore vue cette nuit.

» Le 14 octobre, comme lors des aurores boréales des 9 novembre 1871, 4 février, 10 avril, 22 mai, 3 juin et 7 juillet 1872, les courants terrestres agissant sur les fils télégraphiques à Brest étaient dirigés de l'ouest à l'est. Au début, l'aiguille se maintint fixe de $10^h 34^m$ à $10^h 57^m 30^s$, puis elle passa sans arrêt de l'autre côté, pour se fixer fugitivement à $-22°$, revenir au zéro et atteindre encore $+20°$ (2).

» Ainsi déviation brusque et permanente, suivie d'une onde complète bien caractérisée, tel est le signe à l'aide duquel on pourra dorénavant *prédire*, avec une certitude presque complète, l'apparition des aurores polaires dans nos climats, ainsi que cela a été fait déjà avec succès (3).

» Un très-grand nombre d'observations ont été faites sur l'énergie des courants qui se sont produits dans le fil de Brest à Paris, le 14 octobre et les jours suivants. En voici le résumé, pour la première phase, qui a duré de $10^h 34^m$, le 14, à $1^h 30^m$ du matin, le 15 :

Déviations positives maxima.		Retours au zéro.	Déviat. négatives maxima.	
h m s	°	h m s	h m	°
10.57.30	+ 25	11. 0.30	11. 0	— 22
11.03	+ 20	11.12	11.13	— 15
11.20	+ 10	11.19		
		11.21	11.22	— 10
11.27	+ 24	11.24		
11.34	+ 35	11.29		
11.38	+ 25	11.36		
		11.45	11.47	— 15
		1.30	12.18	— 35

» De $11^h 30^s$ à $11^h 12^m$, il y a eu trois oscillations positives, toutes avec retour au zéro, et de $11^h 45^m$ du soir à $1^h 30^m$ du matin une émission négative continue, sans retour au zéro; des adhérences persistantes ont eu lieu à $12^h 0^m$, $12^h 12^m$, $12^h 18^m$ et $12^h 27^m$, l'aiguille du galvanomètre marquant

(1) *Comptes rendus*, séance du 15 juillet, t. LXXV, p. 156.

(2) Rappelons que par *degrés* nous entendons, comme dans nos précédentes Communications, les divisions du galvanomètre de poste en usage dans les bureaux télégraphiques français, et qu'il y en a 60 dans un cadran.

(3) *Comptes rendus*, séance du 16 avril, t. LXXIV, p. 1066.

successivement $-30°$, $-32°$, $-35°$, $-28°$; ce dernier contact a duré de $12^h 27^m$ à $12^h 40^m$.

» C'est pendant la période de $11^h 30^m$ à $1^h 30^m$ que les courants magnétiques ont été le plus intenses, et, de même que lors des précédentes aurores, on a remarqué la *simultanéité* des maxima d'intensité magnétique et lumineuse.

» A $1^h 30^m$ la ligne est libre, on transmet les dépêches. Une deuxième phase de courants s'est produite le 15 octobre, de $2^h 15^m$ à $3^h 35^m$ du matin (courants faibles dans les deux sens); une troisième, de $5^h 22^m$ à $6^h 35^m$ du matin (maximum d'écart $-23°$ à $5^h 45^m$); une quatrième, de $7^h 36^m$ à $12^h 15^m$ du soir (plusieurs contacts, maximum d'écart $+25°$ à $11^h 45^m$), et une cinquième de $7^h 10^m$ à $11^h 2^m$ du soir. A ce moment, la *période aurorale* est terminée; la *période orageuse* va lui succéder.

» *Observations étrangères*. — Nous avons cru devoir entrer dans des détails précis pour faciliter la comparaison avec les observations italiennes, allemandes et anglaises, ainsi que MM. Donati, Förster et Airy l'ont demandé. En effet, si l'aurore a été invisible presque partout en Europe, sa manifestation magnétique a été générale; les 14 et 15 juillet, ces courants et ces perturbations ont été observés notamment à Valentia, à Greenwich, à Livourne, à Florence, à Rome. De plus, le câble transatlantique de Brest à Saint-Pierre-Miquelon et celui de Brest à Londres ont été affectés exactement comme les lignes du continent. Les courants terrestres n'ont toutefois empêché le mouvement si faible d'oscillation du miroir qui réfléchit les signaux transmis à travers l'océan Atlantique que momentanément, grâce aux condensateurs.

» *Observations de Lyon*. — Au bureau télégraphique de Lyon, l'orage magnétique a éclaté aussi tout d'un coup, le 14 octobre, à $10^h 30^m$ du soir, avec une énergie extraordinaire. Comme à Brest, les sonneries de tous les appareils ont été mises en mouvement par cette brusque décharge; l'heure n'a pas été prise très-exactement. La première décharge a produit, comme à Brest, une forte adhérence sur les palettes pendant plusieurs minutes, notamment dans les fils se dirigeant sur Paris et Turin. La déviation au galvanomètre a été, pour le premier, de 25 degrés; pour le second, de 22 degrés. A 11 heures et à minuit, des contacts énergiques et de grandes oscillations ont encore été remarqués sur les mêmes fils; on a noté également la troisième phase et le commencement de la cinquième.

» *Période orageuse*. — Pendant les 16, 17 et 18 octobre, les perturbations dans les fils télégraphiques ont été générales dans toute la France, et pro-

bablement dans une grande partie de l'Europe; le service télégraphique s'est trouvé partout dans un désarroi complet; les télégrammes pour l'Italie s'expédiaient par la poste. Mais ces perturbations, qui ont duré trois jours, ont un tout autre caractère que celles des 14 et 15: ce ne sont plus que des contacts instantanés, des dérangements analogues à ceux que produisent les *mélanges* de fils; ce n'étaient plus ces contacts prolongés et ces ondes bien caractérisées qui accompagnent les aurores polaires.

» Les faits sont encore trop récents pour qu'on puisse les apprécier; mais la perturbation paraît être *d'une autre nature;* elle a été accompagnée, dans presque toute l'Europe, de violents orages avec éclairs et tonnerre, et semble devoir se rattacher plutôt à l'arrivée de la grande dépression barométrique qui a envahi l'Espagne et le sud-ouest de l'Europe pendant cette période, et a produit cette température exceptionnellement tiède que tout le monde a remarquée, qu'à des phénomènes d'origine cosmique. »

M. É. Fournié demande l'ouverture d'un pli cacheté, relatif à la physiologie cérébrale, qui a été déposé par lui le 22 juillet 1872, et inscrit sous le n° 2681.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel, contient la Note suivante :

« Dans le but de donner à la physiologie cérébrale, telle que je l'ai exposée dans mon travail intitulé : *Physiologie du système nerveux cérébro-spinal,* la sanction de l'expérimentation sur les animaux vivants, j'ai cherché d'abord un procédé qui me permît de léser n'importe quelle partie du cerveau sans compromettre la vie. A cet effet, je pratique d'abord un petit trou sur un point variable du crâne, au moyen d'une sorte de vilebrequin dont on se sert en chirurgie pour les sutures osseuses; puis, à travers ce trou, j'introduis l'aiguille de la seringue Pravaz jusqu'au point du cerveau que je veux détruire, et je pousse l'injection caustique (chlorure de zinc coloré en bleu). La partie touchée par l'injection est détruite; elle ne remplit plus par conséquent ses fonctions, et j'examine ensuite, après que l'animal s'est reposé, quels sont les symptômes qu'il présente. Après cet examen, qui dure de six à vingt-quatre heures, je sacrifie l'animal et je découvre facilement la partie lésée par l'induration des tissus et par la coloration bleue en cet endroit.

» Ces expériences m'ont permis déjà de constater que la perception *simple* se fait dans les couches optiques, que la perception *distinguée,* la *mémoire,* réclament l'intégrité de la périphérie corticale, que la lésion des circonvolutions ne s'accompagne pas de paralysie des membres, mais seulement d'affaiblissement.

» Évidemment je dois confirmer ces résultats importants par de plus nombreuses expériences : c'est ce que je me propose de faire; mais j'ai cru devoir consigner dès à présent ces résultats, tant à cause de leur importance que du procédé nouveau que j'ai employé pour les obtenir. »

M. G. **Bandiera** adresse, de Messine, une Note sur un moyen de séparation de l'essence de citron et de l'essence de térébenthine.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Dumas.

La séance est levée à 5 heures.

M. Edw.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 7 octobre 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

Des méthodes dans les sciences de raisonnement; par M. J.-M.-C. Duhamel; cinquième Partie. Paris, Gauthier-Villars, 1873; in-8°.

Maladie de la vigne. Le soufre solubilisé. Moyens pratiques de destruction et de préservation du Phylloxera vastatrix; *par* M. E. Besse. Paris, impr. A.-E. Rochette, 1872; br. in-8°.

Les ressources de la France en matières fertilisantes. Le régénérateur, engrais organique à base alcaline et azote fixé; par E. Besse. Paris, impr. A.-E. Rochette, 1872; br. in-8°.

Programme du cours complémentaire fait à la Faculté de Médecine de Strasbourg (semestre d'été de 1869); par H. Beaunis. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1872; in-18.

Système silurien du centre de la Bohême; par Joachim Barrande; première Partie : *Recherches paléontologiques;* vol. II, *Céphalopodes;* troisième série, pl. 245 à 350. Prague et Paris, chez l'auteur et éditeur, 1868; in-4°, relié.

Système silurien du centre de la Bohême; par Joachim Barrande; première Partie : *Recherches paléontologiques;* vol. II, *Céphalopodes;* quatrième série, *Distribution horizontale et verticale des Céphalopodes dans les contrées siluriennes.* Prague et Paris, chez l'auteur et éditeur, 1870; in-4°, relié.

Système silurien du centre de la Bohême; par Joachim Barrande; première Partie : *Recherches paléontologiques;* vol. II, *Céphalopodes;* quatrième série, pl. 351 à 460. Prague et Paris, chez l'auteur et éditeur, 1870; in-4°, relié.

Distribution des Céphalopodes dans les contrées siluriennes; par Joachim

BARRANDE. Prague et Paris, chez l'auteur et éditeur, 1870; in-8. (Extrait du *Syst. silur. du centre de la Bohême*, vol. II, quatrième série, pl. 351 à 460.)

Trilobites; par Joachim BARRANDE. Prague et Paris, chez l'auteur et éditeur, 1871; in-8°. (Extrait du *Supplément au vol. I du Système silurien du centre de la Bohême.*)

Laboratoire de Chimie agricole. Rapport du Directeur à M. le Préfet de la Loire-Inférieure; par M. A. BOBIERRE. Nantes, impr. de Mme veuve Mellinet; br. in-8°.

The thanatophidia of India being a description of the venomous snakes of the Indian Peninsula, with an account of the influence of their poison on life, and a series of experiments; by J. FAYRER. London, J. and A. Churchill, 1872; in-fol., avec planches.

Transactions of the clinical Society of London, vol. the fifth. London, Longmans, Green and C°, 1872; in-8°, relié.

Avviso ai naviganti ed agl' idraulici sul Portosaido ed invito allo studio di prouvedimento. Roma, Cotta e Comp., 1872; br. in-8°.

Archiv für Anatomie, Physiologie und Wissenschaftliche medicin, herausgegeben von Dr C. Bogislaus REICHERT *und* Dr E. DU BOIS-REYMOND. Jahrgang, 1872, n° 2. Leipzig, Verlag von Veit et Comp., 1872; in-8°.

Anales del Museo publico de Buenos-Aires, etc.; por G. BURMEISTER; entrega decima-cuarta de tomo segundo. Buenos-Aires, imprenta de *la Tribuna*, 1872; in-4°.

Effets comparés de l'eau pure et des eaux calcaires dans le dégraissage, le rinçage et la teinture des laines. Résultats obtenus au laboratoire de Verviers; par P. HAVREZ. Verviers, imp. A. Remacle, 1872; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société industrielle.*)

Nouvelle théorie de la détente frigorifique; par P. HAVREZ. Liége, imp. J. Desoer, sans date; br. in-8°. (Extrait de la *Revue universelle.*)

Note sur la relation entre les accroissements de la surface de chauffe et les accroissements de la quantité d'eau vaporisée; par P. HAVREZ. Liége, imp. J. Desoer, sans date; br. in-8°.

Description et appréciation de nouveaux appareils de laboratoire; par P. HAVREZ. Liége, imp. J. Desoer, sans date; br. in-8°.

Nouvelle disposition de générateurs de vapeur; par P. HAVREZ. Liége, imp. J. Desoer, sans date; br. in-8°. (Extrait de la *Revue universelle.*)

Programme du cours de Physique et Chimie appliquées à l'industrie des laines, professé par P. HAVREZ. Liége, imp. J. Desoer, 1867; br. in-8°.

Emploi de la triple classification des nuances par M. Chevreul à la détermination de l'influence des divers ingrédients de teinture, etc.; par P. HAVREZ; 1er et 2e Mémoires. Verviers, imp. Ch. Vinche, 1867; 2 opuscules in-8°.

Recherches sur la teinture; par P. HAVREZ. Verviers, imp. A. Remacle, 1870; br. in-8°.

Expériences sur le chauffage des bains de teinture par le contact de la vapeur; par P. HAVREZ. Verviers, imp. Ch. Vinche, 1865; br. in-8°.

Appareils et procédés pour désuinter, dégraisser et rincer les laines en flocons; par P. HAVREZ. Verviers, imp. Ch. Vinche, 1864; br. in-8°.

Emploi direct du suint de laine pour fabriquer les cyanures et prussiates; par P. HAVREZ. Sans lieu ni date; opuscule in-8°.

Organisation du séchage des laines. Plan d'un séchoir méthodique; par P. HAVREZ. Sans lieu ni date; opuscule in-8°. (Extrait du *Bulletin du Musée de l'Industrie de Belgique.*)

(Tous ces derniers ouvrages de M. Havrez sont présentés par M. Chevreul.)

Mémoire sur un fragment de cadran solaire trouvé en Phénicie; par le colonel LAUSSEDAT. Paris, Imprimerie nationale, septembre 1872; in-4°.

Système monétaire universel exposé à la réunion des sociétés savantes (3 *avril* 1872); *par* G. PONCET. Romorantin, imp. Blanchet et Lafitte, 1872; br. in-8°.

R. Istituto lombardo di Scienze e Lettere. Concorsi dell' anno 1872, *premio di fondazione Brambilla.* Milano, tip. Bernardoni, 1872; br. in-8°. (Estratto dai *Rendiconti*, vol. V.)

Sui fossili delle pampas donati al civico Museo di Milano. Prelezione al corso di Zoologia tenuto nel maggio 1872; *dal* prof. E. CORNALIA. Milano, tip. Pirola, 1872; in-8°.

Di nuove fiamme sensibili e della sensibilità acustica nei getti gassosi freddi, sperienze e studi di G. GOVI. Torino, Stamperia reale, 1870; br. in-8°.

Nuove esperienze sugli specchi magici dei Ginesi del prof. G. GOVI. Torino, Stamperia reale, 1867.

Intorno agli specchi magici dei Ginesi ricerche di G. GOVI. Torino, Stamperia reale, 1870; br. in-8°.